REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

QK1
.R44
1890
v. 2

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

2

TOME DEUXIÈME

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1890

DESCRIPTION

DU

PANCRATIUM SAHARÆ COSSON (inédit)

Par MM. BATTANDIER et TRABUT

MM. Cosson, Letourneux, Paris, Warion et divers autres botanistes ont depuis longtemps signalé la présence dans le Sahara d'une plante du genre *Pancratium*. M. le Dr Cosson l'a plusieurs fois désignée sous le nom de *Pancratium Saharæ*. MM. Bonnet et Maury, en 1888, la signalent sous ce même nom à Djenien-Bou-Resq (1). Mais aucun de ces botanistes n'a récolté la plante en fleur, et cette espèce (si toutefois les *Pancratium* du Sahara appartiennent tous à une même espèce) était restée jusqu'à ce jour fort obscure. En 1888, au mois de juin, nous vîmes dans les sables près d'Aïn-Sefra de nombreux pieds de *Pancratium* en feuilles, nous en rapportâmes quelques-uns, et l'un d'eux ayant fleuri et fructifié cette année au jardin botanique, nous avons pu le dessiner et le décrire.

PANCRATIUM SAHARÆ *Cosson* (inédit).

Bulbe ovoïde, à tuniques brunes, de grosseur moyenne ; feuilles ordinairement 2-4, linéaires, un peu charnues, contournées en spirale, beaucoup plus longues que la tige, glauques, canaliculées, aigües.

Tige courte, légèrement comprimée, portant de 3 à 4 fleurs, d'abord dressée, puis penchée après la floraison. Spathe (au moins dans notre échantillon) à une seule valve. Pédicelles

(1) Bonnet et Maury : *D'Aïn-Sefra à Djenien-Bou-Resq* (Journal de Botanique, septembre 1888).

presque nuls. Bractéoles nulles. Fleurs blanches ; tube du périgone grêle, allongé, presque double du limbe ; divisions du limbe linéaires-oblongues, étroites, presque semblables entre elles, vertes sur le dos, terminées par une longue pointe cucullée. Couronne campanulée-obconique, plus courte que le tiers des divisions du limbe, divisée au sommet en douze dents et douze denticules. Dents linéaires-aigües, disposées par paires entre les étamines, écartées et portant dans leur angle deux denticules.

Filets des étamines un peu plus longs que les dents de la couronne, d'abord dressés, puis recourbés. Anthères linéaires, jaunâtres, dorsifixes, très mobiles. Style filiforme, égal aux étamines, trilobé au sommet. Capsules obscurément trigones, oblongues, un peu aigües au sommet. Graines petites pour le genre, globuleuses ou ovoïdes, entourées d'un tégument spongieux, plus ou moins comprimées, anguleuses. Fleurs paraissant en octobre, bientôt suivies par les feuilles. Fruit mûrissant en novembre.

Espèce se distinguant par de nombreux caractères de toutes celles décrites jusqu'à ce jour.

Bulbe, 4 à 5 centimètres de long ; feuilles longues de 1 à 2 décimètres, larges de 3 à 6 millimètres ; tige, longue de 4 centimètres dans l'échantillon vu ; tube du périgone avec l'ovaire ayant environ 8 centimètres ; divisions du limbe 40 à 45 millimètres ; pointe de ces divisions de 4 à 5 millimètres ; capsules 18 millimètres.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 1.

1. Tige florifère.
2. Bulbe, feuilles, capsule.
3. Fragment de la couronne.
4. Une pièce du périgone.
5. Graine.
6. Coupe de la feuille $\frac{8}{1}$.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA TRANSPIRATION ET L'ASSIMILATION

PENDANT LES NUITS NORVÉGIENNES.

Par M. G. CURTEL

C'est un fait depuis longtemps connu que les plantes des régions septentrionales acquièrent une taille à laquelle les mêmes espèces de nos contrées ne parviennent jamais. Cependant, lorsque l'on songe que dans ces terres peu privilégiées les végétaux ne disposent que d'un temps fort court pour leur développement, que les froids ne cessent que fort tard et font de bonne heure leur réapparition, une question se présente immédiatement à l'esprit, c'est celle de savoir quelles peuvent bien être les causes qui donnent à la plante cette singulière activité de croissance.

Au reste, des mesures précises ont démontré que pour certaines d'entre elles cette activité était vraiment merveilleuse.

N'était-il pas alors naturel de rechercher si, parmi ces causes ignorées, l'une d'elles ne serait pas tout simplement la plus grande durée de l'assimilation chlorophyllienne, qui s'exercerait même durant les nuits norvégiennes, si l'on peut donner le nom de nuit à ce long crépuscule que quelques instants séparent à peine, aux mois de juin, juillet et août, de l'aurore du lendemain?

C'est dans cette pensée que nous avons entrepris ces expériences. Étant donné le peu de facilité des transports en Norvège, notre laboratoire de voyage se composait tout simplement de l'appareil à analyse de MM. Bonnier et Mangin, construit par Golaz, appareil de la plus grande précision et d'une élémentaire

simplicité de manipulation : quelques flacons de produits chimiques, un peu de mercure, qulqeues tubes et éprouvettes, c'était tout notre bagage réduit ainsi au strict nécessaire ; strict nécessaire qui fut cependant sur la route plus d'une fois un sérieux impedimentum. Nos expériences ont intéressé successivement les deux fonctions chlorophylliennes :

1° Transpiration,

2° Assimilation.

Elles ont été effectuées dans la station de poste de Kongsvold située en plein massif montagneux du Dovre, à une altitude de 900 mètres environ.

1° TRANSPIRATION.

L'appareil dont nous nous sommes servi pour étudier les variations de la transpiration était fort simple (fig. 1).

D'abord un tube en U. Dans la branche AB plongeait un plant de seigle entier avec ses racines ; nous le choisissions autant que possible d'âge moyen ; pas trop âgé, pour que le grand nombre de feuilles ne produisît pas une transpiration trop active qui eût nécessité des mises au zéro trop fréquentes ; pas trop jeune, pour que l'on pût admettre que, dans le temps relativement court que duraient nos expériences, toute la perte d'eau du récipient correspondait à l'eau évaporée. Au reste, le seigle n'arrive en ces régions que rarement à maturité, et bien que n'ayant pas fleuri, la croissance du pied que nous avions choisi était sensiblement près de son terme. Le pied de seigle passait au travers d'un bouchon de caoutchouc, recouvert d'une couche de cire molle qui empêchait toute évaporation de l'eau.

Dans la branche CD se trouvait plongée la partie coudée EF d'un tube capillaire gradué EFG, et là encore l'évaporation de l'eau du récipient était empêchée par la présence d'un tampon de cire molle placée sur le bouchon de caoutchouc que traversait le tube. Ce tube n'était pas trop capillaire, de façon à ce qu'il fallût à l'eau un certain temps assez long pour parvenir du zéro de la graduation à la 200e division.

Pour amener l'eau au zéro, comme il eût été fort difficile de démonter les parties A et D, nous usions de l'artifice fort simple suivant : on inclinait le tout jusqu'à ce que l'eau arrivât à l'extrémité du tube gradué ; plongeant alors cette extrémité dans un vase rempli d'eau, on le remettait dans la position horizontale en maintenant cette extrémité sous l'eau, de façon à faire siphon ; on fixait l'appareil sur son support, dans une position qui devait rester immuable, le moindre mouvement produisant le déplacement de la colonne d'eau du tube. Puis avec un mince morceau

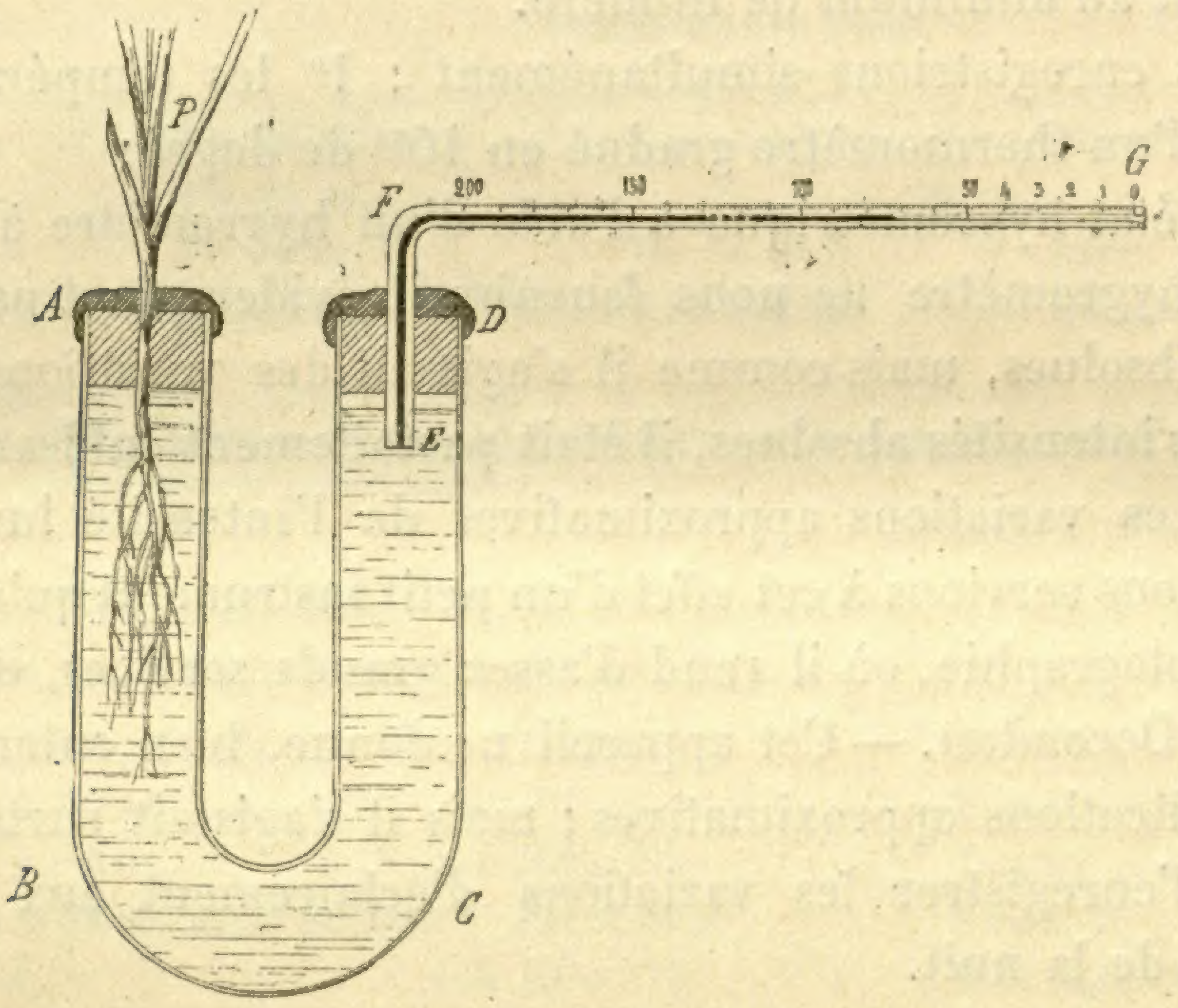


Fig. 1. — Appareil pour étudier la transpiration des plantes.

de papier buvard on déterminait exactement l'affleurement au 0, et l'expérience commençait. On notait l'heure ; puis à des intervalles égaux on faisait des lectures sur le tube gradué. Les déplacements plus ou moins rapides de la colonne d'eau du tube indiquaient les variations de la transpiration. Quelques précautions étaient à prendre. Il fallait s'assurer que réellement il n'y avait pas d'autre cause d'évaporation que les feuilles ; autrement dit, il fallait s'assurer qu'en A comme en D, la couche de cire molle isolait complètement, avec l'aide des bouchons, le liquide du tube en U de l'atmosphère extérieure.

Pour cela, nous remplacions la plante P par un agitateur de

même diamètre placé dans les mêmes conditions ; on exposait le tout à la lumière, il ne devait pas y avoir d'oscillation ni de recul dans la colonne liquide en FG, c'est ce qui fut constaté. Pour plus de précautions un petit cornet en papier placé en G préservait du vent, à l'extrémité de la colonne, la mince surface liquide.

C'est à l'aide de ce petit appareil que nous avons, dans la nuit du 31 juillet au 1er août, trouvé qu'il y avait eu toute la nuit transpiration, avec un minimum évident vers minuit, correspondant au minimum de lumière.

Nous enregistrions simultanément : 1° les températures à l'aide d'un thermomètre gradué en 10es de degré ;

2° L'état hygrométrique à l'aide d'un hygromètre à cadran. Cet hygromètre ne nous fournissait évidemment pas de valeurs absolues, mais comme il s'agissait des variations et non pas des intensités absolues, il était parfaitement suffisant.

3° Les variations approximatives de l'intensité lumineuse. Nous nous servions à cet effet d'un petit instrument qu'on utilise en photographie, où il rend d'assez grands services, du photomètre Decoudun. — Cet appareil ne donne, bien entendu, que des indications approximatives ; mais il s'agissait surtout pour nous d'enregistrer les variations d'éclairement aux diverses heures de la nuit.

Les deux tableaux ci-joints donnent les résultats de ces expériences :

Variations de la transpiration (1).

31 juillet soir.

							Numéro de graduat.
1.	Exp. comm. à	9 h. 7 m.	mise au zéro.	T = 6°,2	Phot. = H.	EH = 96	0
		9 h. 28 m.,5		T = 4°		EH = 97	200
2.	—	10 h. 6 m.	mise au zéro				0
	—	10 h. 45 m.		T = 3°	ch. brusque de la lum. Phot. = K	EH = 97	27

(1) T, température. — Phot., photomètre ; la lettre qui suit le signe = donne le degré du photomètre. — EH, état hygrométrique.

2. Exp. comm. à 10 h. 55 m.	Phot. = D minimum de lumière			
	T = 2°,2	EH = 99	37
— 11 h. 35 m.	Phot = I lumière boréale		
	T = 0°,8	EH = 100	45
— 12 h. 00 m.	Phot. = H.		
	T = — 1°,9	EH = 100	47
— 12 h. 20 m.	Phot. = G.		
	T = — 1°,5	EH = 100	51
— 1 h. 00 m.	Phot. = E.		
	T = — 1°,8	EH = 100	74
— 1 h. 35 m.	T = — 1°,8	EH = 100	108
— 2 h. 00 m.	Phot. ne peut servir lumière trop forte.		
	T = — 1°,9	EH = 100	186
— 2 h. 30 m.	T = — 1°,9	EH = 100	183
— 2 h. 30 m.		Remise au zéro	0
— 3 h. 00 m.	T = — 2°,5	EH = 100	55
— 3 h. 30 m.	T = — 2°,5	EH = 100	95

Expériences complémentaires des précédentes.

30 juillet, soir.

1 h. 200 divis.	4 h. 10 m. à 4 h. 40 m.	99	EH = 68,5 vent froid	T = 11,4	99	absorb.
	4 h. 40 m. à 5 h. 10 m.	200	EH =		101	—
	5 h. 20 m. mise au zéro		EH = 74	T = 11,4		
	5 h. 50 m.	60	EH = 70	T = 11	60	—
	6 h. 10 m.	112	EH = 69	T = 10	52	—
	6 h. 19 m. mise au zéro		EH = 69,5	T = 10,8		
	7 h.	148	EH = 73	T = 8,5	148	—
	7 h. 5 m. mise au zéro (disparition du soleil)					

La vallée où nous opérions et où est située la station de poste de Kongsvold est très encaissée et alignée dans la direction N.-S. Le soleil disparut donc à 7 h. 5 m. derrière le versant ouest très élevé de la vallée.

8 h. 18 m.	104	EH = 85?	T = 6,5	104	—
9 h. 18 m.	155	EH = 94	T = 4,4	51	—
9 h. 50 m.	177	EH = 94	T = 4	21	—
10 h. 20 m.	194	EH = 96	T = 4	17	—
10 h. 30 m. mise à 5					
11 h. 10 m.	42	EH = 98	T = 3	37	—

Les chiffres obtenus dans cette série d'expériences nous montrent qu'il y a une décroissance régulière de la transpiration avec la tombée du jour, puisque c'est de 10 heures à minuit, c'est-à-dire durant les heures d'éclairement minimum, que la

transpiration a été le plus faible. Enfin dès le retour de la lumière, vers les minuit 30, l'activité transpiratrice n'a pas cessé de croître jusqu'au matin.

C'est ainsi que de minuit 30 à 1^h, c'est-à-dire en 30 m., 23 divisions sont absorbées malgré une température extérieure de — $1°,8$, un état hygrométrique qui était la complète saturation, alors que de $10^h,55$ à $11^h,35$, à une température de 2°, à un état hygrométrique non encore complètement à saturation, 8 divisions seulement étaient absorbées en 40 m.

Au contraire de $2^h,30$ à 3^h, malgré une température de — 2°, 55 divisions sont absorbées en 30 m., et de 2^h à $2^h,30$, 47 divisions les ont dans le même temps, mais avec une lumière un peu moins intense.

Nota. — Le fait que les variations de la colonne liquide du tube capillaire ont été beaucoup plus considérables précisément au moment du minimum de température, et alors que l'état hygrométrique était à saturation, démontre en outre que toute cause d'erreur imputable au fait d'une évaporation superficielle de l'eau contenue dans notre petit appareil est inadmissible. En effet, si cette cause d'erreur eût existé, elle aurait surtout eu son effet aux températures plus élevées du début, par exemple vers les 10 heures, alors que l'état hygrométrique n'était pas complètement la saturation. Or, le contraire a lieu.

2° ASSIMILATION.

Pour nous assurer que les plantes en expérience assimilaient aux diverses heures de la nuit norvégienne, nous avons opéré de la façon suivante :

Nous avons exposé successivement à l'obscurité et à la lumière une même plante, dans des conditions aussi identiques que possible, c'est-à-dire durant le même temps, à une température sensiblement constante, dans un même volume d'air pris pur.

Dans ces conditions il est évident que si la lumière extérieure est nulle ou du moins sans action sur la plante, les résultats de

l'analyse des gaz dans les deux expériences seront concordants. Il est évident d'autre part que si nous constatons une différence dans la teneur des deux atmosphères en CO^2 et en O, il en faudra conclure que la lumière a eu une action sur la plante, et si enfin il y a diminution de CO^2 et augmentation de O, il faudra conclure que la plante a assimilé sous l'action de cette lumière.

Voici le tableau de nos expériences.

Ces expériences ont été faites les unes avec des feuilles de seigle, les autres avec des feuilles d'*Hieracium Pilosella.*

Nous placions une feuille de seigle de 10 centimètres environ dans une éprouvette de 30 centimètres cubes.

Cette éprouvette renfermait un petit thermomètre fixé par du mastic à la gutta à un orifice de la paroi supérieure.

Un autre thermomètre indiquait la température extérieure.

Dans une première expérience commencée à 7 h. 35 du soir et terminée à 9 h. 35, et durant laquelle la plante a respiré dans l'obscurité, l'éprouvette étant entourée d'un carton noir opaque, nous avons trouvé comme composition de l'atmosphère intérieure au bout de ce temps (la température intérieure étant de 9° et la température extérieure de 6°):

$$1.\ \left\{\begin{array}{l} CO^2 = 1,63 \\ O = 18,97 \\ Az = 79,40 \end{array}\right\} \text{ l'atmosphère initiale étant } \left\{\begin{array}{l} 0,00 \\ 20,59 \\ 79,41 \end{array}\right.$$

Puis la plante, retirée de l'atmosphère intérieure ci-dessus, était de nouveau placée dans l'air pur, dans la même éprouvette débarrassée cette fois de son manchon opaque. Le tout était exposé à une lumière relativement assez intense, d'origine vraisemblablement polaire, étant donnée la direction d'où elle nous parvenait, de 9 h. 45 à 11 h. 45.

Au bout de ce temps l'atmosphère intérieure était devenue :

$$2.\ \left\{\begin{array}{l} CO^2 = 0,00 \\ O = 20,90 \\ Az = 77,09 \end{array}\right.$$

la température intérieure était de 6°, celle extérieure étant de 2°2.

Or l'air extérieur présentait la composition suivante :

$$3.\left\{\begin{array}{r}0{,}00\\20{,}59\\79{,}41\end{array}\right.$$

En supposant l'azote invariable, il nous faut multiplier dans l'analyse 2 les quantités d'O et de CO^2 par le rapport $\frac{79{,}41}{79{,}09}$, cela fait

$$2'.\left\{\begin{array}{r}CO^2 = 0{,}00\\O = 20{,}98\\Az = 79{,}41\end{array}\right.$$

Il y a donc eu gain d'O ; gain il est vrai très léger. D'où est venu cet oxygène ? Il n'y avait pas CO^2 libre dans le gaz initial ; celui formé par la respiration a bien sans doute été détruit au fur et à mesure de sa formation, mais la résultante n'aurait pu être évidemment qu'une invariabilité de l'atmosphère intérieure : nous ne pouvons attribuer ce léger gain d'O qu'à la décomposition d'un gaz CO^2 encore contenu dans les méats de la feuille. Au reste peu importe cette origine, l'absence seule de CO^2 dans l'atmosphère intérieure de l'éprouvette suffit à démontrer l'assimilation, puisque quelques instants auparavant, dans les mêmes conditions de température, il s'en formait alors que la plante n'était pas exposée à l'influence de la lumière.

Si les conditions de température avaient différé sensiblement dans les deux expériences, on pourrait dire à la rigueur, en ne tenant pas compte du gain d'oxygène, que la plante n'a ni respiré ni assimilé, mais étant données les conditions très voisines où elle s'est trouvée dans les deux cas, la chose est inadmissible, et de plus l'augmentation, bien que faible, de la teneur en O, s'oppose à cette hypothèse.

De minuit à une heure, nouvelle expérience à l'obscurité. La température s'est abaissée à 0 : on a trouvé pour la composition de l'atmosphère intérieure au bout d'une heure seulement :

$$\left.\begin{array}{r}CO^2 = 0{,}57\tfrac{3}{5}\\O = 20{,}03\\Az = 79{,}40\end{array}\right\}\text{ au lieu de }\left\{\begin{array}{r}0{,}00\\20{,}58\\79{,}41\end{array}\right.$$

il y a donc eu encore respiration : et le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est resté voisin de 1, comme dans la première expérience où il était $\frac{1,63}{1,61}$; ici il est de $\frac{0,57}{0,55}$.

De 1 heure à 2 heures la plante fut exposée à la lumière déjà très vive à une température voisine de 0. Le gaz analysé à la fin de l'expérience a la composition suivante :

$$\begin{aligned} CO^2 &= 0,00 \\ O &= 20,30 \\ Az &= 79,70 \end{aligned}$$

De l'absence d'acide carbonique dans cette nouvelle expérience, alors qu'il s'en était formé dans les mêmes conditions mais à l'obscurité, dans l'expérience précédente, nous concluons à l'assimilation.

Puis de 2 h. 23 à 2 h. 53, c'est-à-dire une demi-heure durant seulement, une feuille d'Hiéracium ne modifia pas sensiblement la constitution de son atmosphère initiale :

$$\left\{\begin{aligned} CO^2 &= 0,00 \\ O &= 20,55 \\ Az &= 79,45 \end{aligned}\right.$$

Tandis que de 3 heures à 3 h. 30 la même feuille donna à l'obscurité pour atmosphère intérieure :

$$\left\{\begin{aligned} CO^2 &= 1,75 \\ O &= 19,25 \\ Az &= 79,00 \end{aligned}\right.$$

Enfin dans une autre expérience entreprise de 8 h. 20 à 10 h. 20 nous avons introduit dans une vaste éprouvette de 200 centimètres cubes de capacité une feuille de Hiéracium, et en même temps nous avons modifié l'atmosphère initiale prise pure en y ajoutant une certaine quantité de CO^2 préparé au moyen de l'acide tartrique et du bicarbonate de soude.

L'atmosphère initiale était alors :

$$\left\{\begin{aligned} CO^2 &= 20,20 \\ O &= 15,65 \\ Az &= 64,24 \end{aligned}\right.$$

L'atmosphère terminale après deux heures d'exposition à la lumière était :

$$\left\{ \begin{array}{r} CO^2 = 13,23 \\ O = 19,85 \\ Az = 66,91 \end{array} \right.$$

ce qui devient, en ramenant à la proportion d'azote initiale, supposée invariable,

$$\begin{array}{r} CO^2 = 12,67 \\ O = 19,01 \end{array}$$

Il y a donc eu dans ces conditions diminution de CO^2 et gain correspondant d'oxygène. Cette expérience vient confirmer les précédentes et met hors de doute la réalité de l'assimilation.

En résumé, nous conclurons :

1° Que durant toute la durée de la nuit du 31 juillet au 1er août y a eu assimilation et transpiration chlorophylliennes ;

2° Qu'en particulier pour l'assimilation il y a eu un minimum correspondant au minimum de lumière.

On conçoit donc comment les plantes septentrionales peuvent parvenir à une taille relativement considérable, bien que la saison favorable à leur développement ne commence que tard et se termine très tôt. Ces plantes en effet n'ont presque pas d'interruption dans l'activité de leur fonction chlorophyllienne. Assimilant jour et nuit, au moins, bien entendu dans la belle saison, elles trouvent dans cet apport continu de matériaux nutritifs la raison principale de leur activité de croissance. Est-ce la seule ? nous n'oserions l'affirmer. L'abondance de la chlorophylle, la dimension des grains chargés de cette substance peuvent avoir aussi leur influence.

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES

Par M. Léon FLOT

INTRODUCTION

Considérons un arbre âgé à la fin de l'automne : il a produit, dans le cours de l'année, des branches qui se sont développées de différentes manières d'après le lieu de leur apparition, la direction dans laquelle elles se sont développées ou leur destination (axes à fruit). On peut se demander si ces branches sont en tout point équivalentes. Si elles ne le sont pas, ce qui à priori semble évident, on peut se proposer de déterminer la valeur de leurs différences morphologiques ou physiologiques.

Considérons d'un autre côté une plante provenant du développement d'une graine pendant la première année: elle a produit un axe feuillé, généralement assez simple ; cet axe est-il l'équivalent de la production annuelle de l'arbre adulte ? de quelle nature sont les différences, s'il en existe ?

En remarquant, de plus, que dans l'embryon les axes de la future plante sont, en général, ébauchés en une radicule, une tigelle et une gemmule, et que le développement de ces organes est assuré grâce aux réserves embryonnaires, il y a lieu d'observer la croissance de ces axes primitifs et de la comparer à ceux qui leur font suite ; car le mode de nutrition de ces organes étant absolument différent de celui des axes feuillés qui en proviendront, ne doit-on pas s'attendre à des différences anatomiques, dues à l'adaptation de l'organe à la fonction ?

Telles sont les questions qui ont servi de point de départ à ces recherches. Pour ne comparer que des choses en tout point comparables, je n'ai fait d'observations que sur des branches ou des semis ayant achevé leur différenciation secondaire. Les plantes d'un an affectant la direction verticale, je ne leur ai comparé que des branches verticales, végétant dans les meilleures conditions. En fait de semis, je ne me suis occupé que de ceux que j'ai faits ou recueillis moi-même, en les plaçant autant que possible dans les conditions ordinaires de leur développement, en les récoltant dans la forêt chaque fois que j'ai pu le faire, en supprimant les procédés de culture qui, en hâtant la croissance, influent sur la structure anatomique. Il est vrai que, pour procéder ainsi, j'ai dû me limiter aux arbres de la région parisienne et à ceux qui s'y sont facilement acclimatés.

Les conseils de M. Colomb, préparateur à la Faculté, m'ont été très précieux pour mener à bonne fin l'exécution des photographies qui accompagnent ce travail: je lui en exprime ici ma plus vive gratitude.

M. Henry, chef des pépinières du Muséum, et M. Duval, directeur de l'école de botanique, m'ont fourni avec la plus grande obligeance les semis qu'ils avaient à leur disposition ; qu'ils veuillent bien accepter mes meilleurs remerciements.

La disposition que j'ai adoptée pour ce travail m'a permis de le condenser en un nombre peu considérable de pages. S'il m'avait fallu prendre un à un chacun des arbres étudiés, donner pour chaque espèce, avec la description de la tige et de la tigelle, des mesures comparatives, j'aurais composé un volume beaucoup plus imposant que celui-ci, mais impossible à lire. Il fallait choisir entre faire très long ou faire très court, et comme le second procédé était seul compatible avec la clarté, c'est celui que j'ai préféré. J'étudie donc les modifications qui se produisent dans chaque tissu suivant qu'il appartient à la dernière pousse d'une tige de l'année, ou à une tigelle, et je suis l'ordre de leur disposition de l'extérieur à l'intérieur de la tige.

Ce travail sera donc divisé en deux parties :

Dans la première, sous le titre de *morphologie externe*, je

donne quelques détails sur les formes différentes que peuvent prendre les pousses d'un an (branches ou semis).

Dans la seconde, intitulée *morphologie interne*, j'examine les caractères de leur structure anatomique, les différences que peuvent présenter les parties comparées.

Pour terminer j'étudie le passage de la structure tigellaire à la structure caulinaire et je formule les conclusions de mon travail.

PREMIÈRE PARTIE. — MORPHOLOGIE EXTERNE.

La plante provenant d'une graine est toujours moins développée que la branche verticale, et il n'est pas possible de fixer de règle dans les variations que peut présenter ce développement, qui paraît surtout dépendre d'influences spécifiques.

Tel arbre, en effet, peut, dans sa première année, acquérir des dimensions considérables, eu égard à la taille des autres semis : ce sont les arbres à bois mou, à croissance rapide (*Bignonia catalpa*, *Paulownia imperialis*, Sureau, Marronnier, Ailante, Pin Pignon, Pin maritime). Les cinq premiers peuvent atteindre une hauteur de 40 centimètres avec 10-15 entre-nœuds et des feuilles bien développées.

Tel autre, au contraire, ne développe que la première feuille ou le premier verticille épicotylé (Lierre, Sapin, Épine-vinette).

Il en est qui se ramifient dès la première année (*Cupressus sempervirens*, *Pinus Pinea*, *Celtis australis*, Olivier, etc.) ; cependant c'est le plus petit nombre.

Ce qui prouve bien que ces différences tiennent à des causes spécifiques et non à la grosseur de la graine ou à la nature de ses réserves, c'est, pour citer un exemple, le développement tout à fait différent du Cyprès et du Sapin, dont les graines sont, dans les deux cas, pourvus d'albumen. Le Sapin donne la première année une plantule longue de 6-12 centimètres avec une seule rosette de feuilles, tandis que le Cyprès d'un an est un petit arbuste de 20-25 centimètres de haut avec des branches ramifiées et un tronc de 6-8 millimètres de diamètre.

Un autre exemple montrera que l'influence du milieu peut intervenir pour modifier la croissance. Dans les années sèches, l'Érable Sycomore ne produit, dans sa première pousse, qu'un verticille de deux feuilles au-dessus des cotylédons; si l'année est humide ou si les conditions de milieu sont très favorables, le bourgeon terminal, qui aurait pu demeurer inactif jusqu'à l'année suivante, se développe et donne 2-3 entre-nœuds avec feuilles presque normales.

Feuilles.

La disposition des feuilles sur l'axe, dans la première année, est souvent différente de celle qu'on observe dans la branche d'un arbre âgé. Je n'insisterai que sur les cas qui m'ont semblé intéressants, ces différences ayant déjà été indiquées, notamment par M. Van Tieghem (1).

Les cotylédons sont tantôt persistants pendant la première année (Conifères, Cupulifères, Charme, Lierre, Marronnier), tantôt caducs de bonne heure.

Beaucoup d'arbres qui ont leurs feuilles isolées sur l'adulte les ont d'abord opposées ou verticillées (semis de Prunier, Orme, Charme, Hêtre, *Celtis australis*).

La forme des premières feuilles est souvent différente de la forme normale : par exemple, les jeunes Érables ont deux feuilles simples, cordées, entières ou dentées, tandis que celles de l'adulte sont palmipartites.

Dans les feuilles composées, ce phénomène se complique. Le Sureau a une première paire de feuilles ovales, dentées, simples; une seconde paire à trois folioles, et la troisième à cinq folioles régulières. Le Robinier donne, après ses cotylédons, une feuille simple, qui diffère d'une foliole ordinaire par ses dimensions plus grandes et sa forme presque circulaire; la deuxième feuille a trois folioles, la troisième cinq, et la quatrième sept. Le Cytise, qui appartient à la même famille, a sa première feuille trifoliolée.

(1) *Traité de Botanique*, p. 335.

La première feuille de l'Ailante est à trois folioles lancéolées-aiguës; celle de la Clématite est simple, la suivante trifoliolée.

Le Chêne, le Châtaignier, le Noyer présentent, au début de leur germination, de petits appendices foliacés, verts, qui peuvent jouer quelque temps le rôle de feuilles (Châtaignier), mais qui s'atrophient bientôt, dès que se développent les feuilles normales. Leur présence est due à ce fait que, dans ces arbres, le point végétatif de l'embryon n'est surmonté, au lieu de feuilles même incomplètes, que par de petites écailles minces qui, poussées hors de terre par l'accroissement longitudinal de la plantule, s'espacent le long de la tige, peuvent s'épanouir quelque temps en un limbe incomplet, anormal, et bientôt se dessèchent ou s'atrophient. Elles sont, le plus souvent, disposées sans ordre autour de la tige; cependant, dans le Noyer commun et le Noyer hétérophylle (*Juglans heterophylla*), elles se placent, en disposition distique, le long de la tige, et il se produit, à l'aisselle de chacune d'elles, un petit bourgeon qui ne se développe généralement pas. Dans la branche du Chêne, du Châtaignier, les écailles protectrices du bourgeon se développent de la même façon, ainsi que dans certaines Rosacées (Aubépine) (1).

Région tigellaire.

Dans la plante d'un an, la partie inférieure de la tige possède des caractères qui lui sont propres. Sa structure est morphologiquement différente de celle de la racine et de celle de la tige. Cette région provient du développement des organes embryonnaires, et comme elle s'étend souvent plus haut que les cotylédons, je lui donnerai le nom de *région tigellaire,* pour éviter qu'on la confonde avec la tigelle proprement dite qui, par définition, ne dépasse pas les cotylédons. Je donnerai d'abord les caractères extérieurs qui la distinguent de la tige.

La région tigellaire est presque toujours renflée, et ce renflement affecte des aspects divers. Il peut diminuer progressivement

(1) Van Tieghem, *Traité de Botanique*, p. 336.

vers le haut; la région tigellaire présente alors la forme d'un tronc de cône (Noyer, Chêne, Frêne, Marronnier, Kœlreuteria, fig. 2, E); il peut se terminer tout d'un coup, comme dans la Vigne vierge (fig. 2, A), où il est très développé; dans la Vigne (fig. 2, B), le renflement ne se produit pas dès la base, de sorte que la région tigellaire est fusiforme; dans le Figuier, il a une forme sphérique (fig. 2, D); dans le Robinia, il y a un étranglement bien marqué à l'insertion des cotylédons (fig. 2, C).

Dans cette énumération, j'ai compris les arbres dont les cotylédons sont hypogés (Noyer, Chêne), et qui, par conséquent,

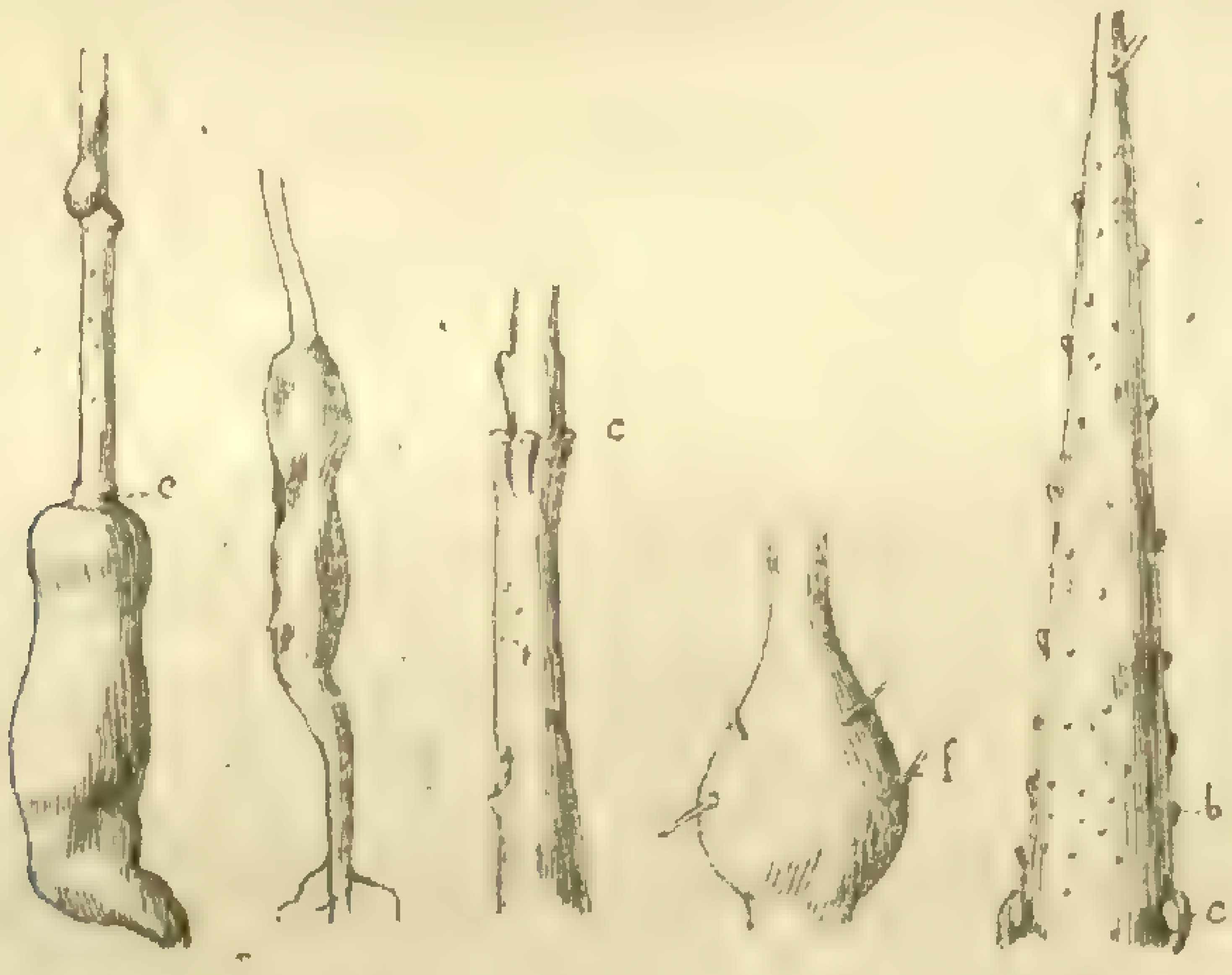


Fig. 2. — *Aspect extérieur de la région tigellaire de quelques arbres.* — A, Vigne-vierge; B, Vigne; C, Robinier; D, Figuier; E, Noyer hétérophylle: *c*, insertion des cotylédons; *f*, pétioles; *b*, bourgeons rudimentaires.

ne devraient pas avoir de tigelle épigée; c'est que la *région tigellaire*, entendue comme je l'ai dit plus haut, s'étend souvent jusqu'au-dessus des cotylédons. Dans le Chêne, le Châtaignier, elle cesse un peu avant l'apparition des premières feuilles normales, et comprend toute la région décrite plus haut, dans laquelle les organes foliaires de l'embryon (écailles, feuilles avortées) viennent s'espacer le long de la tige; dans l'Amandier, elle se prolonge sur une longueur de 4 à 15 centimètres au-dessus des cotylédons; dans le Pommier, le Kœlreuteria, etc., elle cesse brusquement au niveau de leur insertion. Dans tous les cas, il est facile de la distinguer à première vue, car elle ne porte pas de poils, même quand la tige en est abondamment pourvue (Cytise, Groseillier); de plus, elle est toujours crevassée, par suite d'une

formation subéreuse plus ou moins profonde, et son aspect offre toujours un contraste frappant avec la région caulinaire de la plantule, recouverte d'un épiderme lisse ou velu. Exception doit être faite, cependant, pour les tigelles de Houx, de Lierre, qui n'ont pas de liège dans la première année.

Branches de dessous.

Les branches qui naissent dans le courant de l'année sur un même arbre peuvent différer au point de vue de la morphologie ou de la physiologie. J'examinerai successivement ces deux cas.

I. *Branches morphologiquement différentes des branches verticales.*

Considérons une branche verticale terminale à la fin de l'hiver. Le bourgeon terminal se développera en une branche verticale dirigée dans le prolongement de la première; les bourgeons latéraux produiront des branches de second ordre, qui s'écartent de la verticale suivant un angle assez constant pour un même végétal (Châtaignier). Mais toutes ne se développeront pas également : celles du haut et celles du bas resteront courtes, tandis que les branches nées vers le milieu atteindront la plus grande longueur. L'année suivante, les branches de troisième ordre se développeront de la même façon, par rapport à celles de second ordre, et les rameaux se rapprocheront d'autant plus de l'horizontalité, qu'ils seront d'un degré plus élevé par rapport à la branche-mère. Quelquefois même les rameaux courts sont horizontaux dès la deuxième année.

Ces rameaux horizontaux, ou *branches de dessous*, ont une destinée variable suivant l'arbre auquel ils appartiennent. Dans les arbres à croissance rapide (Marronnier, Paulownia, Catalpa, Sureau, Érable Sycomore), ils ne se développent pas ultérieurement, ou s'ils le font, ce n'est que pour disparaître l'année suivante; mais dans des arbres à bois dur (Hètre, Orme, Noisetier, Bouleau, Conifères), ils persistent, et leur structure diffère de

celle des branches verticales par les caractères suivants :

1° Leur diamètre est beaucoup plus faible, et leurs entre-nœuds plus courts;

2° Leur développement est plus précoce : en juin, ils sont en général aoûtés, et le bourgeon terminal est formé, alors que les autres branches sont encore en pleine végétation.

3° Les canaux sécréteurs, lorsque la branche verticale en présente, sont plus nombreux ou plus développés (Sureau).

4° Vu la grande réduction du diamètre, les faisceaux réparateurs peuvent constituer, presque à eux seuls, l'anneau libéro-ligneux (Bouleau, Noisetier).

5° Dans les cas où leur diamètre est un peu plus considérable (Noyer), il peut arriver que la zone de bois secondaire située entre les faisceaux principaux manque presque totalement de vaisseaux. Cependant je n'ai observé ce fait que dans le Noyer. Dans d'autres arbres (Peuplier, etc.) la répartition des vaisseaux au sein du bois secondaire est à peu de chose près la même que dans la branche verticale.

II. *Branches physiologiquement différentes des branches verticales.*

Dans un assez grand nombre d'arbres (Cerisier, Pommier, Prunier, Pêcher, Groseillier, *Gingko*, etc.), la majeure partie des bourgeons axillaires formés dans l'année précédente ne produisent dans la seconde année qu'une rosette de feuilles et ne s'allongent que d'une manière insignifiante, à tel point qu'un rameau de cinq ans peut n'avoir que quelques centimètres de longueur. Les principales différences que de telles productions offrent avec les branches verticales sont les suivantes :

1° Leur diamètre est au moins égal et souvent supérieur à celui des branches nées la même année.

2° L'augmentation de diamètre est due à un plus grand développement du parenchyme cortical et médullaire.

3° L'anneau libéro-ligneux est constamment appauvri par les départs foliaires, ce qui s'explique facilement par ce

fait que les feuilles composant le cycle foliaire s'insèrent toutes presque au même niveau.

4° Les canaux sécréteurs sont plus développés (Gingko).

5° Ces axes sont souvent le siège unique des organes reproducteurs (bourgeons à fruits du Poirier, du Pommier, du Cerisier, etc.).

DEUXIÈME PARTIE. — MORPHOLOGIE INTERNE

N. B. — Pour éviter des répétitions fatigantes et pour rendre en même temps le texte plus clair, je désignerai les organes dont j'ai comparé la structure par les abréviations suivantes :

V représente la pousse verticale terminale d'un arbre âgé.
A — la région caulinaire de l'arbre d'un an.
T — la région tigellaire du même.
D — la branche de dessous d'un arbre âgé.

Pour l'étude anatomique des membres que je me suis proposé de comparer, je suivrai la disposition topographique des différents tissus, en procédant de l'extérieur vers l'intérieur.

EPIDERME.

L'épiderme a sensiblement la même structure dans V et dans A. Les poils sont presque toujours de même nature ; seules les plantules qui se développent peuvent présenter quelques poils capités, reste de ceux qui accompagnent le développement du bourgeon et qui sont ordinairement caducs. Les autres formations épidermiques (glandes squammeuses du Bouleau, etc.) existent sur l'une lorsqu'elles se trouvent sur l'autre.

La cuticule de A est moins épaisse dans le Houx et dans l'Eucalyptus.

Quelquefois V présente un épiderme à cellules plates, tandis

que dans A elles sont papilleuses (Bouleau, Ailante, Noisetier).

Ailleurs c'est le contraire qui arrive (*Ribes macrocarpos*).

Ailleurs encore les deux épidermes sont semblables en tout point (Pommier, Figuier, Prunier, Amandier, Paulownia, Frêne, Hêtre, Vigne-vierge).

Région tigellaire. — Mais dans la tigelle son développement par apparition de cloisons radiales est précaire et bientôt il se trouve exfolié par un liège plus ou moins profond.

L'épiderme tigellaire du Troëne à feuilles ovales (*Ligustrum ovalifolium*) ne présente pas les cellules à parois épaisses qu'on trouve en V.

Dans aucun cas on n'observe les poils qui existent en V et en A.

D. — Dans les branches de dessous, l'épiderme persiste lors même qu'il est exfolié en V par un liège hypodermique (Noisetier, Bouleau, Noyer).

LIÈGE

Le liège est, de tous les tissus, celui qui fournit, au point de vue des différences morphologiques existant entre les membres comparés ici, les données les plus importantes.

Son apparition a lieu plus ou moins tardivement et se fait à différentes profondeurs. En général, les plantes d'un an forment leur liège plus tôt que les branches. Ce fait peut être attribué, soit à l'arrêt précoce de la végétation dans certaines plantules (Chêne, Orme), soit à une activité propre à la tigelle : une tigelle de Caroubier, par exemple, n'ayant encore développé que ses deux cotylédons et longue de 5 centimètres, présente déjà deux assises de liège péricyclique.

Quant à l'époque de son apparition dans les branches, elle a déjà été mentionnée avec assez de détails pour que je me dispense de m'y arrêter (1).

En V le liège peut apparaître en cinq endroits.

1° Dans l'épiderme (Pommier).

2° Dans la majorité des arbres (Chêne, Châtaignier, Orme,

(1) Van Tieghem, *Tr. de Bot.*, p. 771.

Hêtre, Bouleau, Sureau, Ailante, etc.), il se forme sous l'épiderme une couche de liège épaisse de 1-2 assises (Frêne, Sureau) à 20 assises (Ailante, Paulownia). Ce liège est continu, protégeant la tige d'un revêtement uniforme, interrompu çà et là par des lenticelles.

3° Dans certains arbres (*Robinia*, Cytise, *Kœlreuteria*) le méristème séparateur prend naissance dans une couche plus profonde et plusieurs assises sous-épidermiques sont ainsi mortifiées.

4° Il peut apparaître aussi dans une région plus profonde de l'écorce et jusque dans l'endoderme (certaines Rosacées, *Ribes*).

5° Dans la Clématite, la Vigne, l'Épine-vinette, le Chèvrefeuille, il se forme plus profondément encore, dans le péricycle, mortifiant toute l'écorce primaire et même les arcs scléreux déjà formés.

L'ordre ci-dessus est celui que je vais suivre pour l'étude du tissu subéreux.

I. — *Arbres à liège épidermique.*

Dans le Pommier le liège de la branche de l'année naît par division des cellules de l'épiderme.

Le Pommier d'un an ne présente pas de liège dans sa région caulinaire, mais toute sa région tigellaire est recouverte d'un liège hypodermique écailleux qui cesse brusquement avec la structure tigellaire au niveau des cotylédons.

II. — *Arbres à liège hypodermique.*

Parmi les arbres étudiés, ceux dont les noms suivent ont, dans leurs branches de l'année, un liège *hypodermique*, c'est-à-dire naissant dans l'assise sous-épidermique.

Chêne, Châtaignier, Hêtre, Noisetier, Noyer, Bouleau, Frêne, Olivier, Orme, Marronnier, Ailante, Paulownia, Catalpa, Prunier, Figuier, Vigne-vierge, Pêcher, Amandier, Pin maritime, Pin Pignon, Cèdre, Sapin.

Les plantes d'un an fournies par les semis de ces arbres pré-

sentent dans la région caulinaire un liège hypodermique analogue à celui de V. L'épaisseur peut en être aussi grande (Bouleau, Paulownia), plus petite (Marronnier) ou plus grande (Figuier).

Il est plus rare que A n'en possède pas du tout : ce fait se produit cependant dans le Pommier, le Prunier, le Noyer, l'Amandier.

Région tigellaire. — Dans la région tigellaire, tous ces arbres ont un liège bien développé, qui peut se rencontrer à différentes profondeurs.

1° *Le liège est hypodermique dans les espèces suivantes* :

Ailante (1), Figuier (fig. 3), Paulownia, Olivier, Marronnier, Noisetier.

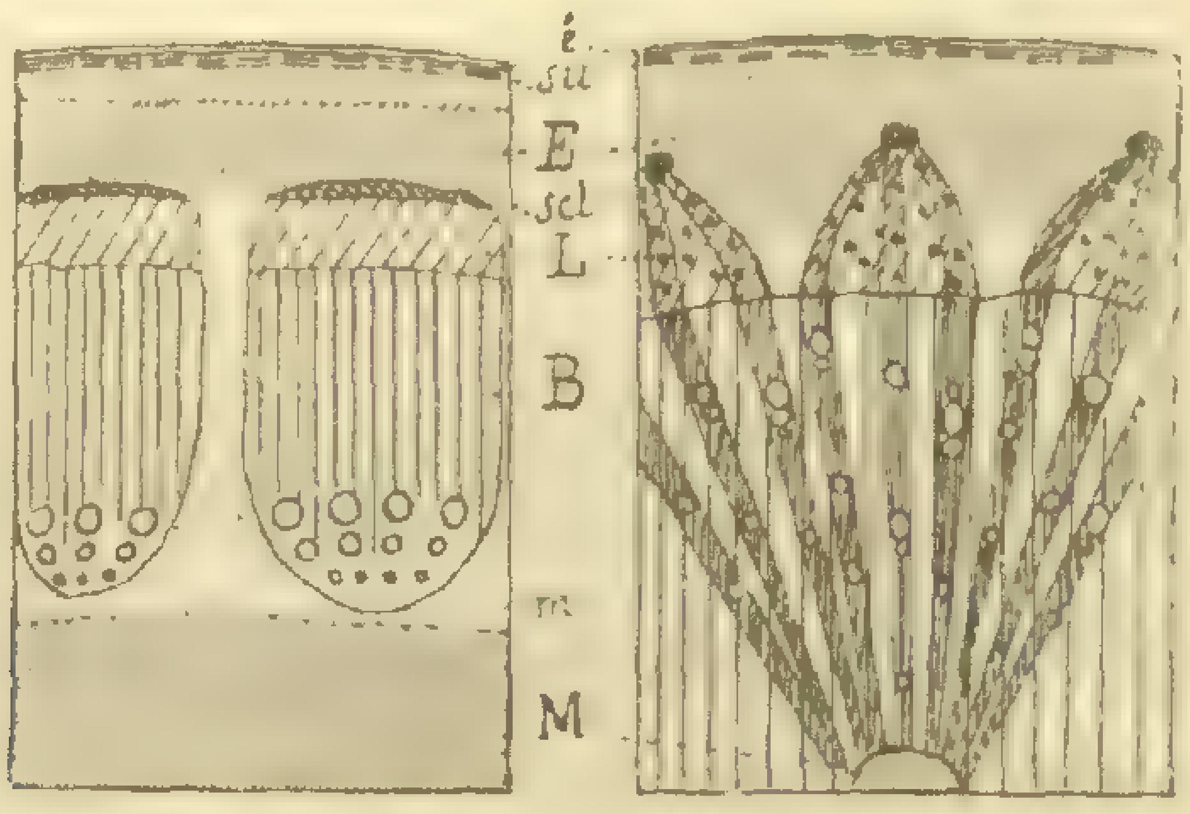


Fig. 3. — *Figuier.* — A gauche, la tige ; à droite, la région tigellaire ; E, écorce ; L, liber ; B, bois ; M, moelle ; *é*, épiderme ; *su*, liège ; *scl*, sclérenchyme ; *m*, parenchyme provenant du méristème interne.

Dans ce cas, il présente quelques différences avec le liège hypodermique de V ou de A. Les cellules sont plus étendues dans le sens tangentiel, à parois toujours minces et, sauf l'assise la plus interne, ne contiennent que de l'air. Quelquefois, au lieu d'être en assises concentriques, elles chevauchent les unes sur les autres. De plus, ce liège hypodermique diffère du premier par ce fait que sa croissance est limitée de telle sorte qu'il se crevasse suivant des lignes longitudinales, et forme des écailles plus ou moins adhérentes à la tige. Ce n'est pas un tissu vivant, protégeant les organes internes et s'ouvrant çà et

(1) Dans l'Ailante, il peut même naître dans une assise plus profonde.

là par des lenticelles, c'est une couche dont la mort survient rapidement et dont la rangée interne seule est vivante. Les assises extérieures périssent à mesure que, par apparition de cloisons radiales, le diamètre de la tigelle augmente. Aussi ne présente-t-il pas de lenticelles et ne forme-t-il pas d'écorce secondaire. Les portions exfoliées ont sur la coupe transversale la forme d'un trapèze dont la plus grande base est la dernière

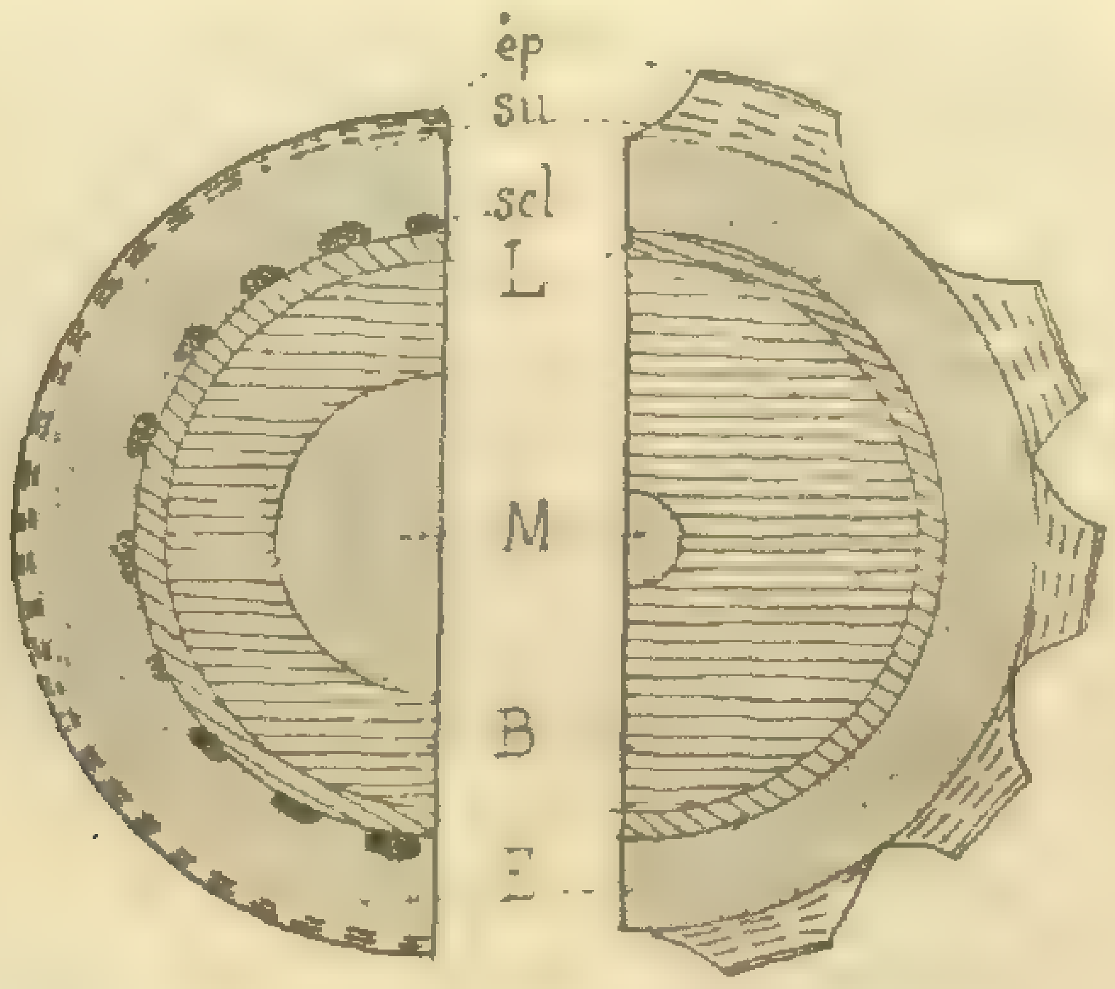


Fig. 4. — *Ligustrum ovalifolium.* — A droite, la région tigellaire ; à gauche, la tige ; E, écorce ; L, liber ; B, bois ; M, moelle ; *ép*, épiderme ; *su*, liège ; *scl*, sclérenchyme.

assise formée (fig. 4). Il peut être plus abondant que celui de V (Noisetier), mais il ne compte en général que 4-5 assises d'épaisseur.

2° *Il est profond dans les arbres suivants :*

Noyer, Châtaignier, Hêtre, Charme, Chêne, Orme, Pêcher, Amandier, Cerisier, Peuplier, Pavia, Celtis, *Kœlreuteria*, Erable, Sapin, Pin Pignon, Pin maritime, *Cedrus Deodara*, etc.

Dans ce cas, il naît à des profondeurs variables :

a. — Dans l'écorce proprement dite.

Noyer. — Il exfolie 8-10 rangs d'écorce.

Frêne. — 6-8 assises de liège exfolient l'épiderme, le premier liège hypodermique et 2-3 couches d'écorce. Le liège profond est écailleux, et ne se rencontre que très bas sur la tigelle ; plus haut il est hypodermique.

Bouleau. — La couche subéreuse est hypodermique en général et profonde par endroits.

Acer Pseudolatanus. — Le liège exfolie 5-6 couches d'écorce

et devient hypodermique vers le haut de la tigelle (fig. 5).

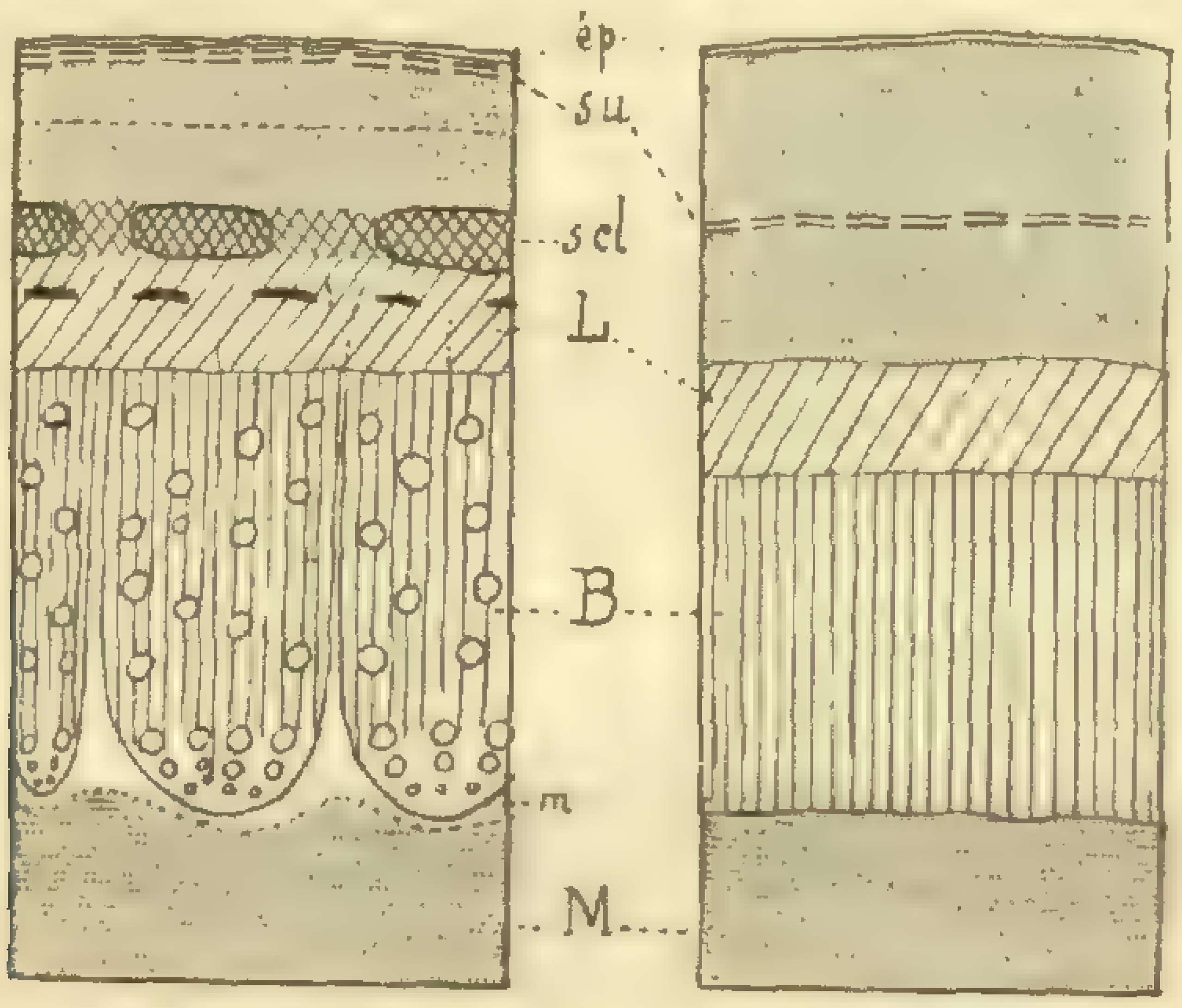


Fig. 5. — *Acer Pseudoplatanus.* — A gauche, la tige; à droite, la région tigellaire; L, liber; B, bois; M, moelle; *ép*, épiderme; *su*, liège; *scl*, sclérenchyme; *m*, parenchyme provenant du méristère interne.

Pavia. — Il exfolie par endroits l'épiderme, plus la couche hypodermique.

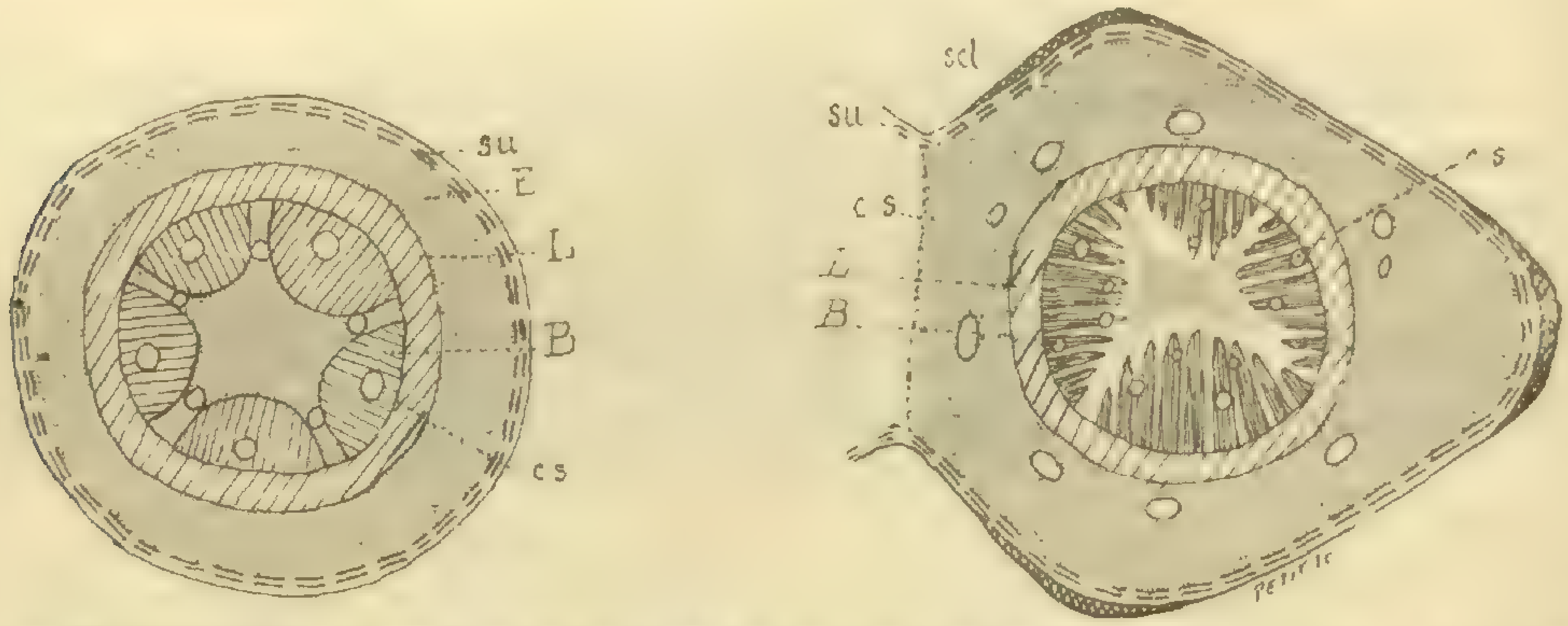


Fig. 6. — *Pin maritime.* — A gauche, la région tigellaire; à droite, la tige; E, écorce; L, liber; B, bois; *su*, liège; *scl*, sclérenchyme; *c.s*, canaux sécréteurs.

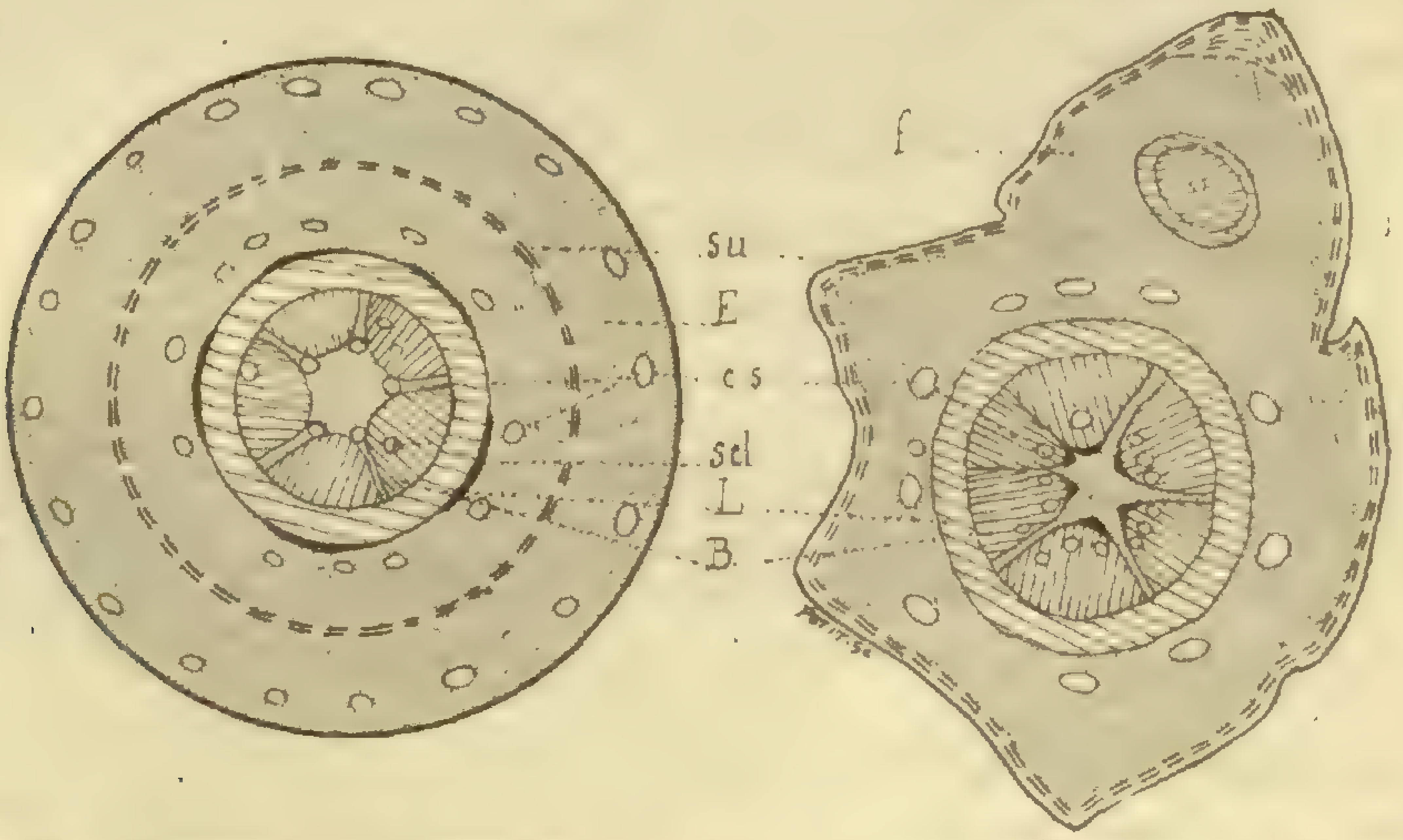


Fig. 7. — *Pin Pignon.* — A gauche, la région tigellaire; à droite, la tige; *f*, trace foliaire; E, écorce; L, liber; B, bois; *su*, assise subéreuse; *c.s*, canaux sécréteurs; *scl*, sclérenchyme.

Chêne. — Il naît dans une couche profonde de l'écorce et devient hypodermique vers la première feuille normale.

b. — Dans beaucoup de Conifères (Pin maritime, Pin Pignon, Sapin, *Cedrus Deodara*), il exfolie l'écorce primaire et la zone de grandes cellules scléreuses qui forment le stéréome de la tigelle (fig. 6, 7).

3° Le liège est endodermique dans beaucoup de tigelles.

Sureau. — L'endoderme se subérifie et forme en quelques points du tissu subéreux ; l'écorce meurt de bonne heure. L'endoderme devenu subéreux se fait remarquer par les grandes dimensions de ses cellules.

Orme. — Deux ou trois assises de liège endodermique séparent l'écorce primaire ; ce méristème produit 2-3 assises d'écorce secondaire.

Fig. 8. — *Hêtre.* — Région tigellaire pour la tige, voir le schéma du Figuier ; L, liber ; B, bois ; M, moelle ; *su*, liège ; *scl*, sclérenchyme.

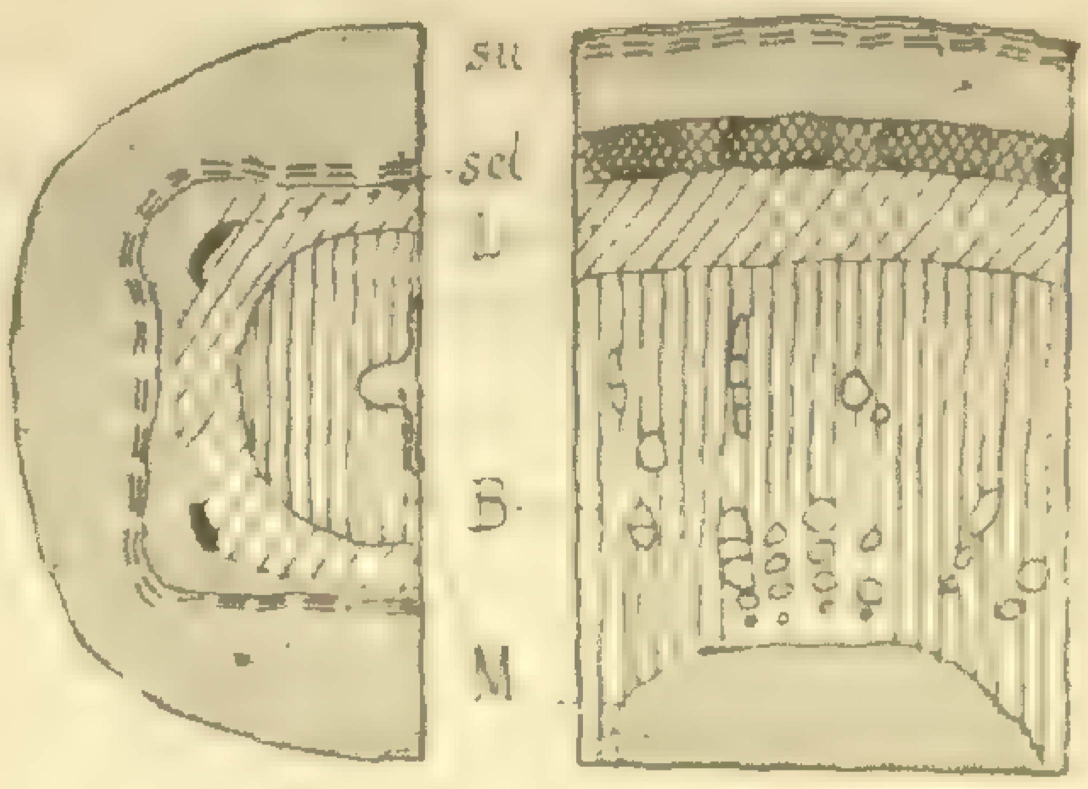


Fig. 9. — *Charme.* — A gauche, la région tigellaire ; à droite, la tige ; L, liber ; B, bois ; M, moelle ; *su*, liège ; *scl*, sclérenchyme.

Hêtre. — Le méristème forme 4-5 couches d'écorce secondaire (fig. 8).

Charme. — Le liège apparaît dans l'endoderme, mais il n'y a pas production d'écorce secondaire (fig. 9).

4° Le liège peut enfin être péricyclique :

Châtaignier. — Il naît dans l'assise externe du péricycle, l'endoderme exfolié est souvent très net : on trouve 4-5 assises de liège et une seule assise d'écorce secondaire (pl. 4, fig. 4).

Prunier. — Il exfolie l'endoderme et s'annule vers le haut de la tigelle.

Amandier, *Pêcher*. — Le liège en V est hypodermique et naît tard, souvent sur un seul côté de la tige. En A il est nul, et en T il est péricyclique avec 1-2 couches d'écorce secondaire (fig. 10).

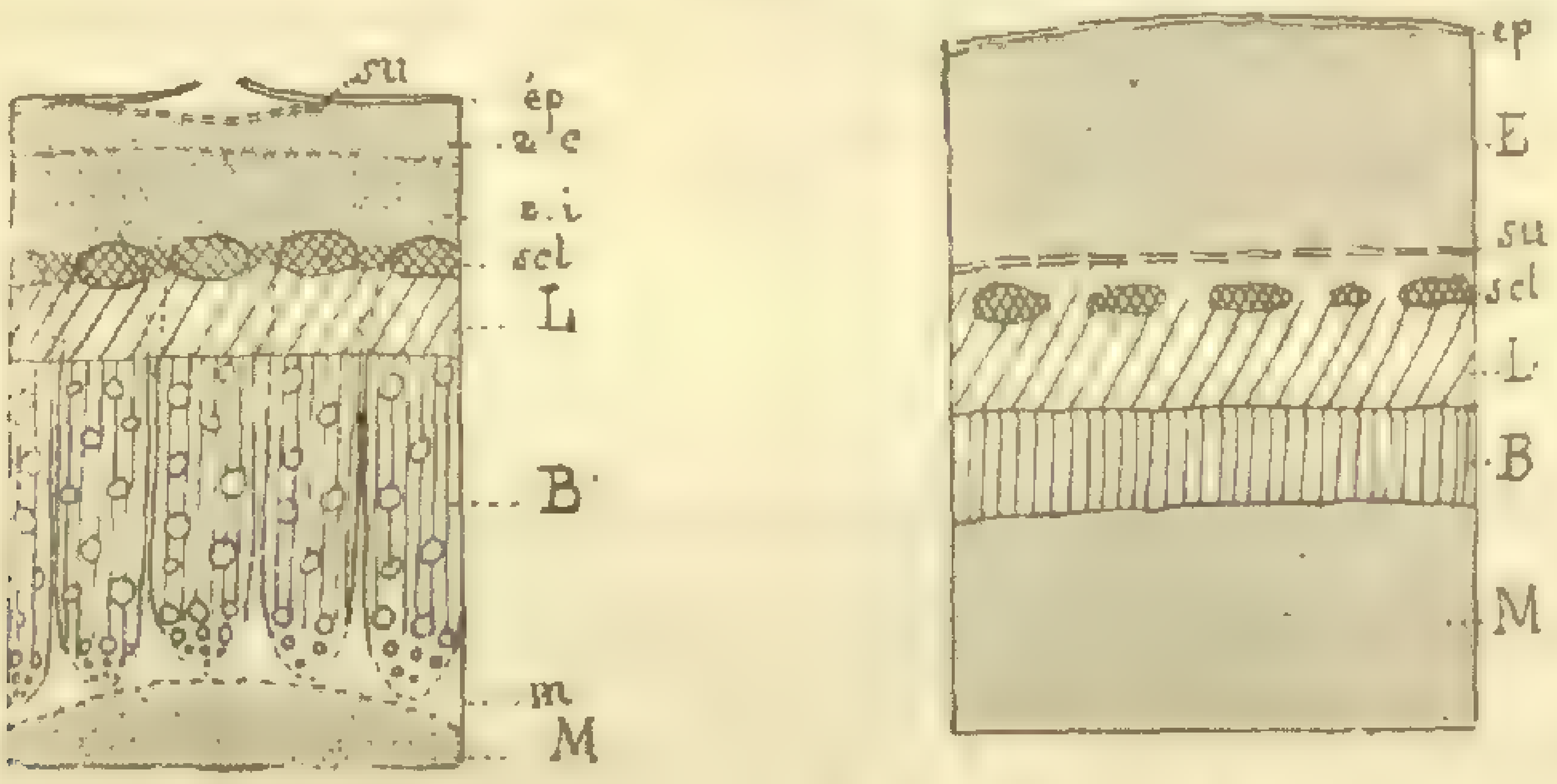


Fig. 10. — *Pêcher*. — A gauche, la tige; à droite la région tigellaire; E, écorce; L, liber; B, bois; M, moelle; *su*, liège et lenticelle; *ép*, épiderme; *z.e.* zone externe de l'écorce; *z.,i* zone interne; *scl*, sclérenchyme; *m*, parenchyme provenant du méristème interne.

Prunus Mahaleb. — Il naît dans la couche externe du péricycle et devient hypodermique à l'insertion des cotylédons.

Celtis australis. — 4-5 assises du tissu subéreux. Le reste de l'écorce tombe (fig. 11).

Peuplier. — Il forme 2-4 couches d'écorce secondaire.

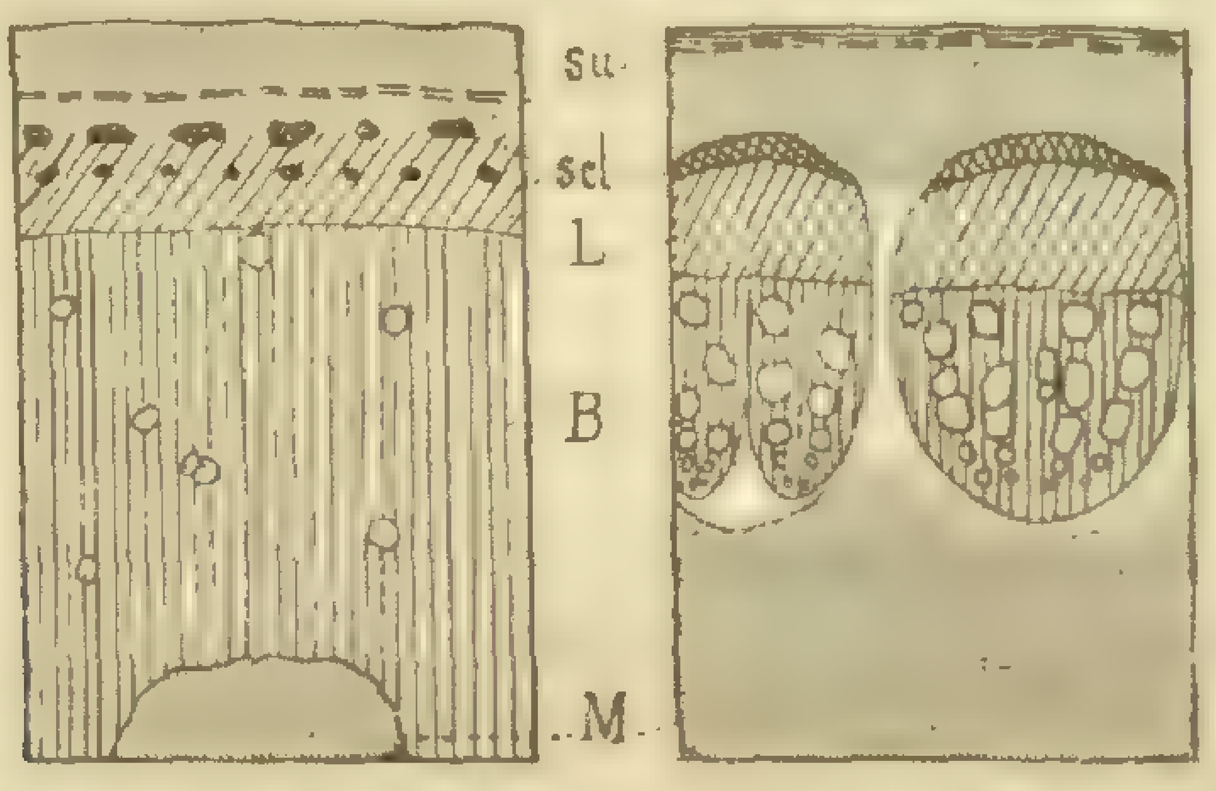


Fig. 11. — *Celtis australis*. — A gauche, la région tigellaire; à droite, la tige; L, liber; B, bois; M, moelle; *su*, liège; *scl*, sclerenchyme.

Vigne-vierge. — Sa tigelle ressemble à celle de la Vigne décrite plus loin (fig. 23).

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES

PUBLIÉS EN 1888, ET POUR UNE PARTIE EN 1889.

Il importe avant tout, lorsqu'il s'agit de parler des Algues, de limiter son sujet. La manière dont on comprend ce groupe est assez variée pour que cette précaution soit nécessaire. On a pris l'habitude de considérer les Bactéries comme se rattachant aux Algues, et l'on a plus d'une bonne raison pour le faire; mais ces êtres ont pris depuis quelques années une importance si spéciale qu'il convient de leur donner une place à part dans la bibliographie scientifique.

Depuis quelques années aussi, on s'est accoutumé, en France, à placer les Characées parmi les Algues; c'était, il est vrai, l'avis de quelques botanistes allemands; mais, en réalité, ces plantes n'ont en commun avec beaucoup d'Algues que leur mode de vie aquatique. Aucune découverte nouvelle n'a modifié ce que nous en savions autrefois; M. Guignard, en étudiant avec toute la rigueur des procédés de la technique moderne les organes reproducteurs des Characées, vient de montrer que les anthérozoïdes de ces plantes se développent essentiellement comme ceux des Muscinées et des Cryptogames vasculaires; l'anthérozoïde y est formé par l'ensemble du noyau; ce n'est pas une cellule, comme l'anthérozoïde des Algues rouges et brunes; tout semble donc confirmer l'opinion que les Characées ne sont pas des Algues. Ce sont peut-être des Muscinées, des Archégoniées, pour employer une dénomination plus générale; si on ne peut les considérer comme telles, il faut, du moins, y voir un groupe de Cryptogames dont les affinités ne sauraient être déterminées dans l'état actuel de nos connaissances.

Les Diatomées ou Bacillariées sont certainement des Algues; mais les procédés qu'on applique à leur étude et la nature même de l'intérêt que les spécialistes attachent à ces plantes justifieraient également une étude particulière.

Notre sujet étant ainsi limité, on peut se rendre compte, sans difficulté, de la situation générale des études algologiques en ce moment.

Les Algues ont été l'objet de travaux particulièrement importants depuis quarante ans; lorsque le rôle des anthérozoïdes, des œufs et des zoospores eut été établi par Thuret et par M. Pringsheim, les études de la plupart des cryptogamistes se concentrèrent sur un sujet considéré à juste titre comme présentant un grand intérêt au point de vue de la connaissance des phénomènes de la vie. Des découvertes très importantes ont été faites successivement sur la reproduction des Thallophytes jusqu'à ces dernières années. S'il reste encore bien des faits intéressants à découvrir, on peut penser qu'ils ne modifieront pas d'une manière notable l'ensemble de nos connaissances actuelles; aussi n'avons-nous guère à signaler, parmi les travaux

récents, que des découvertes de détail sur les phénomènes de la reproduction.

L'anatomie de la cellule et des tissus a fait chez les Algues les mêmes progrès qu'elle a faits dans l'ensemble des végétaux ; il faut reconnaître, d'ailleurs, que lorsqu'il s'agit des Thallophytes, l'étude anatomique est inséparable de la morphologie externe. C'est dans cette union nécessaire que nous trouvons même la clef des progrès réalisés depuis quelques années dans la connaissance systématique des Algues. Pendant longtemps, on crut pouvoir s'appuyer d'une manière à peu près exclusive sur les caractères extérieurs pour distinguer ces plantes ; nous possédons, dans les ouvrages de M. Kützing, de véritables monuments datant de cette période. La connaissance plus exacte de la morphologie interne et les procédés de la technique microscopique ont introduit dans l'étude des Algues des méthodes rigoureuses d'observation et de comparaison. On peut dire sans témérité que l'étude de presque tous les groupes doit être reprise avec les moyens nouveaux d'observation ; on le comprend sans peine, lorsqu'on réfléchit que chez la plupart des Algues, comme dans la majorité des Champignons, le corps est trop peu différencié pour qu'on puisse en prendre une idée exacte sans le secours du microscope, tout au plus peut-on dire que *beaucoup* d'Algues Floridées et Phæosporées peuvent être reconnues sans observations anatomiques, à la condition qu'on se soit une première fois rendu compte de leur organisation ; un grand nombre d'entre elles ne peuvent être distinguées, ni spécifiquement, ni génériquement, sans l'emploi d'instruments grossissants.

Les études poursuivies dans cette voie ont produit d'excellents résultats. Suivant la manière dont elles ont été entreprises, ou bien elles ont fait distinguer des espèces, des genres, des groupes même d'ordre plus élevé dont on ne soupçonnait pas l'existence ; ou bien, soumettant à une critique rigoureuse les groupes antérieurement connus, elles ont eu pour résultat d'en préciser les caractères, de montrer jusqu'à quel point la forme extérieure est liée à l'organisation intime. Chose remarquable, la conséquence la plus fréquente de cette étude critique est une réduction dans le nombre des espèces décrites uniquement sur les formes extérieures. Il est à désirer que ces travaux monographiques, basés sur des documents authentiques, soient plus nombreux qu'ils ne l'ont été jusqu'ici.

La connaissance de la distribution géographique des Algues ne laisse pas moins à désirer ; les brillantes expéditions de la première moitié de ce siècle, continuées par quelques nations, entreprises par d'autres, ont accumulé dans les grandes collections nationales des documents aussi nombreux qu'importants. Les contemporains ne les ont pas négligés, mais les moyens critiques leur manquaient trop souvent. On peut aujourd'hui reprendre à nouveau ces travaux prématurés, en soumettre les éléments à des observations comparatives et connaître de la sorte d'une manière satisfaisante tous les éléments connus d'une flore déterminée. A cet égard, nous proposerions volontiers comme modèle le travail publié cette année par M. Hariot sur les Algues de Magellan et de la Terre de Feu. C'est par ce procédé seulement qu'on parviendra à la connaissance des éléments nécessaires pour déterminer les traits les plus importants de la distribution des flores marines.

Nous pourrions signaler encore quelques questions qui ont incidemment pris une certaine importance relative dans l'histoire des Algues.

La question controversée du pléomorphisme et du polymorphisme des Bactéries a eu un retentissement dans le domaine des Algues. Le problème, dès longtemps posé, puisqu'il a passionné de bons esprits dès la première moitié du siècle, ne nous paraît pas plus près qu'alors de recevoir une solution. Il en est de cette question comme de la génération spontanée : à mesure que les méthodes rigoureuses démontrent l'erreur de ceux qui y croient, des difficultés nouvelles naissent auxquelles la science ne peut actuellement répondre. La question en est toujours au point où elle était lorsque de Bary la traita en 1863 : « On s'est uniquement borné à considérer comme appartenant au même cycle de développement un certain nombre de formes qui vivent fréquemment au voisinage les unes des autres, sans avoir pour cela d'autres raisons que leur ressemblance. »

I. — ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

Faisons remarquer, en commençant, combien les Algues se prêtent aux recherches de morphologie et de physiologie générales. La cellule s'y modifie à l'infini, plus que dans aucun autre groupe d'êtres vivants ; elle y atteint souvent des dimensions exceptionnelles et se prête parfois merveilleusement à l'observation. Aussi, chaque année, les Algues ont-elles une part importante dans les progrès des sciences biologiques. On n'a pas oublié le parti qu'on en a tiré pour la solution des problèmes les plus délicats de l'assimilation et de la formation des hydrates de carbone, combien elles nous ont aidé à connaître la Chlorophylle et ses modifications. Les recherches ont été poussées dans une autre direction depuis quelques mois.

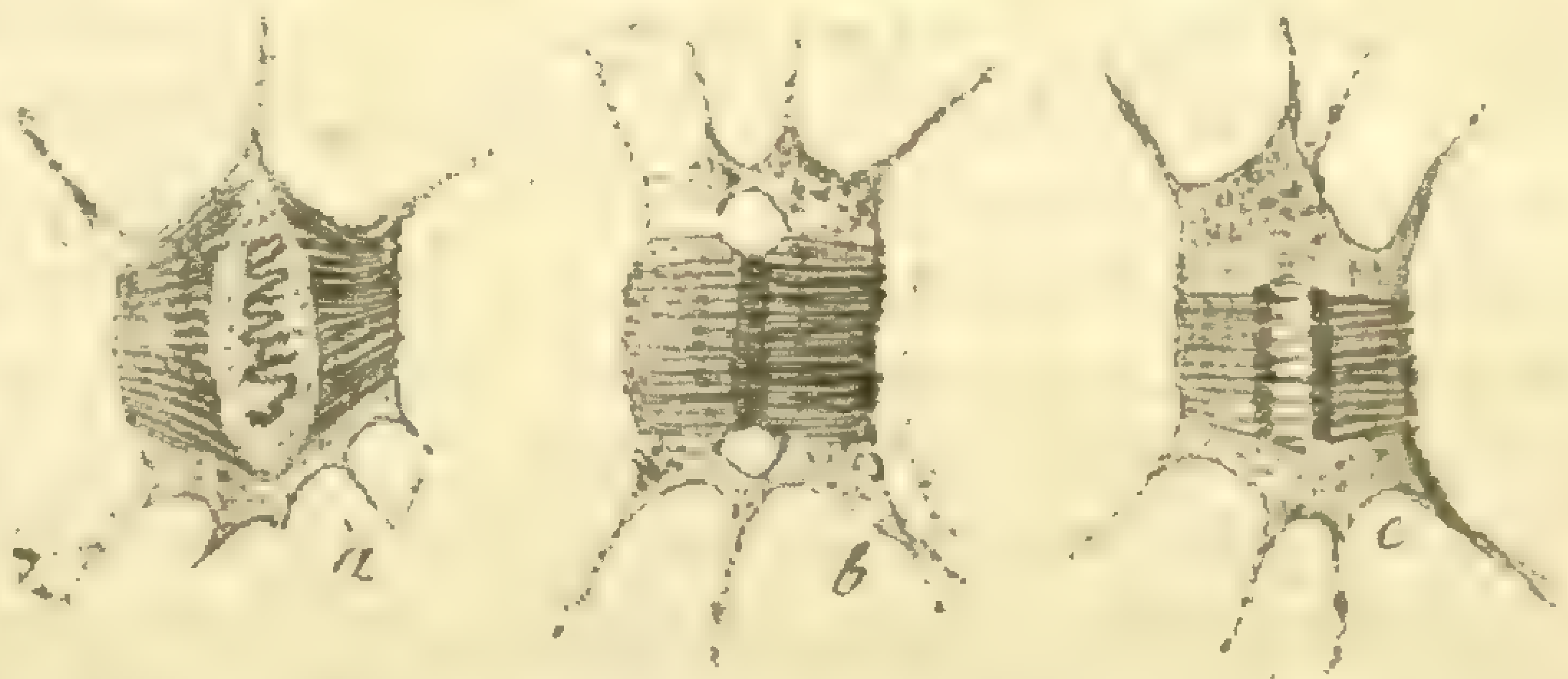


Fig. 12. — *Spirogyra polytæniata.* — Division du noyau ; *a*, *b*, *c*, états successifs.

M. Strasburger, dont les travaux ont tant contribué depuis vingt ans à nous éclairer sur l'histoire du *noyau*, a étudié avec beaucoup d'attention celui des *Spirogyra* (1). Remarquable par sa grosseur relative, il offre des particularités qui ont frappé plusieurs observateurs et qui peuvent nous aider à comprendre et à généraliser quelques-uns des phénomènes observés ailleurs.

Le noyau lenticulaire du *S. polytæniata* possède un gros nucléole très chromatique et une charpente excessivement délicate, dont les filaments non colorables ne renferment que quelques granulations chromatiques. Au début des phénomènes de la division, le nucléole disparaît et les fila-

(1) Strasburger : *Ueber Kern-und-Zelltheilung im Pflanzenreiche, nebst einem Anhang über Befruchtung*. (Iena, 1838, av. 8 pl.).

ments deviennent de plus en plus colorables par les réactifs de la chromatine; quand la contraction et l'épaississement de ces filaments chromatiques a atteint un certain degré, ils se rapprochent du centre du noyau en s'éloignant de la membrane à laquelle ils sont rattachés par des fils achromatiques délicats et peu nombreux. Pendant ce temps le noyau devient discoïde en s'aplatissant sur les deux faces; le cytoplasme s'accumule à l'extérieur en formant des stries qui sont perpendiculaires aux deux faces et parallèles entre elles; c'est là l'origine du fuseau. La membrane du noyau paraît alors plus épaisse; la plaque nucléaire constituée par les filaments chromatiques de plus en plus contractés et épaissis est reliée à la membrane par les fils achromatiques internes dont il a été question plus haut et dont le nombre est beaucoup moindre que celui des fils formés par le cytoplasma et situés encore à l'extérieur. Puis, sur les deux faces planes, la membrane devient invisible, les fils achromatiques externes se continuent à l'intérieur. Le fuseau a donc, en somme, une origine double; mais M. Strasburger est disposé à croire que les fils situés à l'intérieur du noyau avant la disparition de la membrane sont de même nature que ceux qui y pénètrent ensuite après que cette dernière a disparu; en tout cas, ils ont les mêmes réactions. On sait que plusieurs savants, et en particulier M. Flemming, considèrent au contraire le fuseau comme tirant son origine, non du cytoplasme, mais du noyau lui-même.

M. Meunier (1) a fixé son attention sur le *nucléole* des mêmes plantes. Cet organe a donné lieu, on le sait, à des interprétations diverses. Suivant MM. Strasburger et Flemming, le noyau renferme de la nucléine comme le nucléole; M. Carnoy ne voit de nucléine que dans le nucléole; M. Zacharias attribue au nucléole une composition exclusivement plasmatique. M. Meunier arrive aux mêmes conclusions que M. Carnoy; il a poursuivi ses recherches sur plusieurs espèces de *Spirogyra* qu'il n'a pas cru devoir distinguer spécifiquement. Il croit pouvoir affirmer que le nucléole des *Spirogyra* reproduit fidèlement, dans ses traits essentiels, la structure des noyaux les plus parfaits; il a une membrane propre, probablement une partie protoplasmique, fort réduite toutefois; il renferme toute la nucléine du noyau, et celle-ci est exclusivement confinée dans un étui de plastine qu'elle remplit plus ou moins complètement. Il ne lui manque rien pour être un véritable noyau. Nucléole par sa position, il a la structure d'un noyau; c'est un noyau en miniature. M. Meunier a suivi le nucléole pendant la karyokinèse; contrairement à ce que pense M. Strasburger, il ne disparaîtrait jamais et fournirait à lui seul toute la nucléine de la plaque nucléaire au début de la karyokinèse; les nucléoles filles accaparent toute la nucléine accumulée vers les pôles lorsque les noyaux filles s'individualisent.

Les observations de M. Meunier, si elles sont confirmées, feront entrer l'histoire du noyau dans une phase nouvelle; il n'est pas douteux qu'elles ne soient reprises bientôt et que des éléments nouveaux d'appréciation ne soient mis en lumière avant quelques mois.

Bien que le noyau fournisse chez beaucoup d'Algues des objets d'étude

(1) Meunier: *Le nucléole des Spirogyra* (La Cellule, recueil de Cytologie, etc., III, fasc. 3, 79 pages grand in-8, av. 2 pl., 1888).

particulièrement favorables, sa présence n'a pas été constatée partout. Des observateurs habiles n'ont pu le reconnaître chez les Algues Cyanophycées et n'ont pu confirmer les faits annoncés par M. Wille et par M. Zacharias. M. Scott (1) croit avoir reconnu l'existence d'un noyau dans un *Tolypothrix* et dans plusieurs Oscillaires; il y figure même les filaments nucléaires et croit avoir saisi les différents stades de la karyokinèse.

M. Went (2), après avoir étudié la manière dont se forment et se multiplient les *vacuoles* dans les cellules végétatives, a étendu ses observations aux cellules reproductrices des Algues. Qu'il s'agisse des zoospores, des anthérozoïdes ou des œufs, les vacuoles proviennent toujours, par voie de division, de la vacuole de leur cellule mère.

M. K. Rosenvinge (3) a signalé de curieux phénomènes dans la division cellulaire des Floridées. Chez ces plantes, toutes les cellules issues d'une même cellule mère sont unies par des pores, qu'on peut appeler primaires. Des pores secondaires se forment chez les *Polysiphonia*, entre des cellules qui n'ont pas la même origine; les noyaux y prennent une part active; le noyau primitif des cellules péricentrales se divise en deux; l'un garde sa place ; l'autre se place contre le bord externe et inférieur de la cellule ; une portion minime du protoplasme se concentre autour du noyau fille inférieur et se sépare de la cellule-mère par une cloison; en même temps le noyau fille avec le protoplasme qui l'environne pénètre à travers la membrane de la cellule péricentrale sous-jacente et se confond avec cette cellule; ce nouveau noyau prend part aux divisions que subissent ultérieurement les cellules dans lesquelles ils se sont introduits; les pores secondaires des *Polysiphonia* paraissent destinés, comme les pores des Hyménomycètes, à assurer la communication entre les cellules.

L'histoire de la membrane cellulaire a fait de grands progrès, grâce à l'emploi des réactifs colorants; on sait combien la membrane est variée chez les Algues, il ne faut donc pas s'étonner que ces plantes aient été l'objet de recherches très attentives sur ce point.

M. Hauptfleisch (4) s'est occupé spécialement de la *membrane des Algues vertes* et surtout des Desmidiées. La membrane de presque toutes les Desmidiées est beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait cru jusque-là ; elle se compose de deux parties distinctes, et même de quatre chez beaucoup de *Penium* et de *Closterium;* ces plantes se rapprocheraient beaucoup plus des Diatomées qu'on ne l'avait cru jusque-là. Chez les *Spirotænia* seuls, la membrane est formée d'une seule pièce; peut-être ces plantes devraient-elles former avec les *Mesotænium* et les *Cylindrocystis* un groupe intermédiaire aux Zygnémées et aux Desmidiées.

La membrane de la plupart des Desmidiées est percée de pores très fins,

(1) Linn. Soc. Journ. Bot., XXIV, p. 188-192.

(2) Went : *Die Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen* (Botan. Zeitung, 1889, n° 12).

(3) Rosenvinge : Botanisk Tidsskrift, XVII, 1. Copenhague, 1888, 9 pages et 1 pl.

(4) Hauptfleisch : *Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen.* (Philos. inaug. Dissert. Greifswald, 1888, in-8, p. 8, av. 6 pl.).

diversement disposés suivant les cas et remplis de protoplasme ; on n'a pas réussi pourtant à constater leur présence dans les *Closterium* et les *Penium*. Beaucoup de Desmidiées sont en outre entourées d'une enveloppe mucilagineuse, composée de prismes accolés correspondant à chaque pore et marqués de fines traînées colorables par les colorants ordinaires du protoplasme.

Quelques Desmidiées sont dépourvues d'enveloppe mucilagineuse, bien qu'elles soient pourvues de pores (*Micrasterias rotata*) ; mais le plus souvent l'absence de l'une est liée à l'absence des autres. Les Desmidiées filamenteuses ont aussi leurs faces en contact percées de pores, bien que les parois en contact y soient rarement tapissées de mucilage; il est donc vraisemblable qu'il y a continuité protoplasmique entre toutes les cellules d'un même filament.

On rapprochera avec intérêt les observations de M. Hauptfleisch de celles qui ont été poursuivies par M. Klebs en 1886.

Le thalle des Nostocacées filamenteuses est formé de cellules disposées ordinairement en files constituant le trichome, et d'une enveloppe ou gaine simplement mucilagineuse ou condensée en un tube à contours définis. La gaine disparaît lorsque les hormogonies se dispersent ; les ouvrages consacrés à ces plantes paraissent confondre pour la plupart la gaine avec l'enveloppe propre de la cellule ; parfois même ils en méconnaissent complètement l'existence.

M. Gomont (1) a démontré qu'il existe une *membrane propre* autour des cellules des *Nostacées filamenteuses*, à quelque moment que ce soit de la vie de la plante ; elle est toujours mince, étroitement appliquée contre le protoplasme, mais il n'est pas difficile de la mettre en évidence par la contraction et la dissolution du contenu vivant de la cellule ; elle est insoluble dans les acides forts et ne se colore jamais en bleu sous l'action de l'iode.

La gaine peut faire défaut dans certains cas et pendant un temps plus ou moins long, comme sur les hormogonies qui se dispersent sous la simple protection de leurs membranes propres ; elle est soluble dans les acides chromique et sulfurique ; il faut en excepter toutefois les parties ordinairement émergées qui se sont cutinisées au contact habituel de l'air ; elle se colore fréquemment en bleu par le chloro-iodure de zinc. Elle se rapproche donc de la vraie cellulose plus que la membrane propre.

La spore est produite par l'enkystement d'une cellule végétative ; elle possède une exospore double formée par la gaine en même temps que par la membrane propre épaissie et modifiée, et une endospore produite seulement au moment de la maturité et identique par ses propriétés chimiques à la membrane propre des cellules végétatives.

A l'occasion d'une Revision des Nostocacées hétérocystées, MM. Bornet et Flahault donnent un résumé des connaissances actuelles sur l'anatomie de ces plantes (2).

(1) Journal de Botanique, II, p. 43, 1888 et Bull. Soc. bot. de France, XXXV, 32 p., et 2 pl., 1888.

(2) Annales des sciences naturelles, 7e sér., Botanique, vol. III.

M. Schütt (1) a cherché à déterminer les *propriétés optiques de la matière colorante rouge* extraite du thalle des Floridées; M. Noll (2), qui a expérimenté sur la matière colorante du *Bangia*, arrive aux mêmes résultats que M. Schütt. L'analyse spectrale confirme les observations de MM. Rosanoff, Askenasy et Reinke; il n'y a pas de bande d'absorption dans le rouge, mais trois bandes dans le bleu et le vert. Le point d'absorption maximum du spectre de la chlorophylle correspond précisément au minimum d'absorption du spectre de la Phycoérythrine. Il en résulte que la Phycoérythrine n'a pas avec la Chlorophylle les ressemblances qu'on lui a attribuées; on ne peut la considérer comme une modification de la Chlorophylle. Les conditions dans lesquelles se manifeste la fluorescence de la Phycoérythrine l'éloignent également de la Chlorophylle. Il en est de même des propriétés physiques. Mais s'il n'y a pas de lien morphologique entre ces deux substances, tout porte à croire que la chlorophylline et la phycoérythrine sont produites simultanément par le travail de l'assimilation.

Les *Chromatophores des Phéosporées* ont des formes qui n'ont pas attiré l'attention comme ils le méritent; ils sont beaucoup plus variés que ne le font penser les travaux de M. Schmitz et de M. Schimper. M. Reinke en décrit un certain nombre (3); ils sont isolés et discoïdes dans le *Scytosiphon lomentarius;* isolés, mais grands et étalés dans le *Ralfsia verrucosa;* le *Myrionoma orbiculare* en présente deux ou trois dans chaque cellule; ils sont très variés chez les *Ectocarpus* et dans plusieurs autres genres; discoïdes et multiples dans quelques espèces, ils sont ailleurs allongés en bâtonnets ou en rubans; il peut même n'y en avoir qu'un, disposé en long ruban comme le grand chromatophore des *Spirogyra*. Les caractères tirés des chromatophores n'ont aucune valeur générique; mais il faut en tenir grand compte dans les diagnoses spécifiques; car ils conservent rigoureusement les mêmes caractères dans une même espèce.

Les phénomènes reproducteurs ont été l'objet de quelques travaux importants.

M. Guignard (4) a cherché à déterminer l'origine des anthérozoïdes des Algues et à en suivre le développement. Contrairement à ce qui se passe chez les Characées, les Muscinées et les Cryptogames vasculaires, l'anthérozoïde est une cellule nue, formée d'un noyau et d'une couche peu épaisse de protoplasme; chez les Fucacées, dont M. Guignard a étudié sept espèces, l'analogie est si grande qu'on peut considérer la marche des phénomènes comme identique; dans le *Fucus serratus*, par exemple, le noyau primitif de l'anthéridie se divise successivement en soixante-quatre noyaux suivant le procédé habituel de la karyokinèse; la substance protoplasmique fondamentale de l'Anthéridie se répartit autour de chacun de ces noyaux; les cils prennent naissance aux dépens de la zone périphérique granuleuse du protoplasme et sont fixés au corps de l'anthérozoïde au voisinage immédiat du point rouge dit oculiforme.

(1) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, p. 36-51, 1 pl.; p. 305-323, 1 pl.
(2) Arbeiten d. bot. Institut. in Würzburg, XXIII, p. 489-495.
(3) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, p. 213-217, av. 1 pl.
(4) Revue générale de Botanique, I, 1889.

Chez les Floridées, l'anthéridie se forme par la transformation directe d'une cellule du thalle, ou, plus rarement, elle résulte de la bipartition plus ou moins répétée du premier produit du bourgeonnement de la cellule anthéridifère. Le contenu de l'anthéridie est ordinairement employé tout entier pour la formation du pollinide ; il n'en est pourtant pas ainsi chez les Corallinées. Le pollinide, au moment de sa mise en liberté, est entouré déjà d'une très légère membrane.

M. Overton (1) a essayé de résoudre quelques-uns des points délicats laissés jusqu'à présent dans l'obscurité au sujet de la *conjugaison des Spirogyra.* On retrouve facilement les deux noyaux sur des préparations de zygotes nouvellement formés; ils n'ont subi jusque-là aucun changement essentiel; les noyaux se rapprochent de plus en plus l'un de l'autre pour se pénétrer et se confondre finalement. M. Overton est d'accord avec M. Schmitz sur ce point.

Grâce à des procédés techniques qui lui ont permis d'éclaircir le contenu des zygotes, M. Klebahn (2) a repris cette étude au point où M. Overton l'a laissée; les deux noyaux, après s'être pénétrés, possèdent encore chacun un nucléole; lorsque les zygotes sont complètement mûrs, on ne reconnaît plus qu'un seul noyau et un seul nucléole. La fusion des deux noyaux et des nucléoles paraît s'effectuer beaucoup plus rapidement et plus complètement chez les *Zygnema*, et peut-être aussi chez les *Cylindrocystis;* dans les *Closterium*, au contraire, ils ne paraissent pas devoir se confondre.

L'*anatomie spéciale des Algues* a donné lieu à quelques travaux d'autant plus intéressants que la structure de ces plantes est plus variée et diffère davantage de celle de tous les autres végétaux.

M. Woodworth (3) a reconnu l'existence d'une *cellule terminale unique*, initiale de tous les tissus, dans les *Fucus furcatus, vesiculosus* et *filiformis*. Ce résultat permet de considérer cette structure comme générale chez les Fucacées, puisqu'elle a été observée par Kny sur le *Pelvetia*, par M. Reinke chez les *Sargassum, Cystoseira, Cystophora, Cystophyllum* et *Halidrys*, par M. Valiante chez les *Cystoseira*.

On paraît moins près de s'entendre sur l'*accroissement terminal des Champia* et des plantes voisines. M. Bigelow (4), après MM. Kny et Debray, croit que le thalle est formé au sommet par un certain nombre de rangées longitudinales de cellules qui convergent au centre, et s'y terminent par autant de cellules. M. Wille maintient pourtant sa première manière de voir (5) et croit toujours à l'existence d'une cellule terminale unique qui donnerait naissance à six ou huit rangées rayonnantes. Les recherches de M. Bigelow s'étendent à quelques plantes inconnues chez nous et qui lui fournissent des observations nouvelles. Les rameaux latéraux du *Champia salicornioides* Harvey ne naissent pas des nœuds, mais des entre-nœuds de

(1) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, p. 68-72, av. 1 pl.
(2) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, p. 160-166.
(3) Annals of Botany, I, 1888, 9 pages in-8, av. 1 pl.
(4) Proceed. of the Amer Acad. of art and sc., XXII, p. 111, 1888.
(5) Botaniska notiser, 1888, Heft VI, p. 252-256.

l'axe; les diaphragmes pleins du *Champia* manquent à peu près dans le *Lomentaria Baileyana* où ils sont remplacés par un réseau cellulaire à mailles ouvertes. La partie principale du thalle du *Lomentaria Coulteri* est formée de tissu solide; les rameaux latéraux seuls en sont creux et munis de diaphragmes comme ceux du *Champia parvula*.

M. Schwendener pense que la disposition spiralée des feuilles ou des organes appendiculaires en général est déterminée par le contact de ces organes avec l'axe qui les produit. Tel n'est pas l'avis de M. K. Rosenvinge (1). Dans le *Polysiphonia violacea*, les organes appendiculaires (ou feuilles) ne sont jamais en contact ni avec la tige ni avec les feuilles plus âgées. Les premières divisions de la cellule terminale qui déterminent la position des feuilles ne sont jamais cachées par aucun organe; ces cellules filles ne subissent donc pas plus de contact que la cellule terminale elle-même; elles se développent pourtant en spirale régulière avec une divergence de $\frac{2}{5}$. Le point où se formera la feuille la plus élevée est marqué dès avant la division de la cellule terminale; pour cela, le noyau se divise; le noyau fille inférieur, au lieu de se placer dans l'axe de la cellule primitive, prend une position excentrique; il va se placer précisément au point où se formera la feuille; la cloison qui sépare les deux noyaux est oblique dès l'origine; il ne paraît donc pas que les conditions physiques extérieures puissent être invoquées pour expliquer la position des feuilles.

M. Strömfelt attribue une origine variée aux *organes fixateurs des Algues* (2). Ils peuvent, suivant lui, se rattacher à trois types : 1° il se forme dès la germination une cellule initiale d'un rhizoïde primaire qui demeure l'unique organe de fixation (*Erythrotrichia*, *Œdogonium*, *Cladophora*), ou bien il se développe aussi des rhizoïdes adventifs (*Polysiphonia*, *Ceramium*, *Spongomorpha*); 2° il se produit d'abord un filament cellulaire rampant et ramifié, qui forme sur le substratum un lacis plus ou moins réticulé (*Desmarestia*); c'est de cette manière que commence à se former l'appareil fixateur des *Chorda*. *Stilophora*, *Asperococcus;* il se transforme plus tard seulement en coussinet cellulaire; 3° il se forme, dès la germination, un coussinet complexe de cellules; la plupart des Floridées non filamenteuses se rattachent à ce type (*Phyllophora*, *Cystoclonium*, etc.).

M. Barber étudie attentivement (3) et figure le *développement du bulbe* du *Laminaria bulbosa*. Indépendamment des modifications qui intéressent la morphologie externe et qui transforment la tige primitivement cylindrique en un bulbe complexe couvert de racines, l'auteur signale quelques particularités anatomiques dignes d'intérêt, telles que les connexions qui s'établissent plus ou moins tardivement entre certaines cellules du thalle, la présence de nombreux noyaux dans d'autres, le développement de sporanges jusque sur le bulbe, etc.

Le tissu intérieur des vésicules des Fucacées se rattache à deux types suivant M. Wille (4). Dans le *Fucus vesiculosus* et l'*Ozothallia nodosa*, il forme

(1) Botanisk Tidwkrift, XVI, 1. Copenhague, 1888, 9 pages, av. 1 pl.
(2) Botan. Centralblatt, XXXIII, p. 381 et 395.
(3) Annals of Botany, III, 1889, p. 41-64, av. 2 pl.
(4) Biologiska Föreningen Förhandlingar, I, 1888, p. 63-65, Stockholm.

un feutrage serré de filaments très ramifiés; dans l'*Halidrys siliquosa* et le *Cystoseira ericoides*, il se compose de filaments parallèles presque simples; les vésicules paraissent toujours remplies d'oxygène; jamais elles ne renferment d'acide carbonique; celui qui est produit par la respiration est sans doute dissous immédiatement par le contenu des cellules ou par l'eau qui imbibe la plante.

Les *Caulerpa*, d'après les observations de M. Wakker (1), possèdent plus que toutes les autres Siphonées la faculté de se régénérer par une partie de leur thalle; fragmentés et bouturés, ils produisent en un point quelconque de leur corps, même des parties foliacées, des rhizoïdes et des rhizomes adventifs, absolument comme en produisent les feuilles de plusieurs plantes phanérogames.

Le dépôt d'*incrustations calcaires* à la surface des plantes aquatiques ne se fait qu'à la lumière; c'est, suivant les observations de M. Pringsheim (2), le résultat direct de l'assimilation des plantes dans les eaux chargées d'acide carbonique; M. Gomont (3) arrive à la même conclusion à l'occasion du développement des *Phormidium*. M. Leitgeb s'occupe particulièrement de l'incrustation normale des *Acetabularia* (4); si on traite le thalle de ces plantes par l'acide acétique, on reconnaît qu'après la disparition du carbonate, les membranes sont encore incrustées d'oxalate de chaux. M. Leitgeb croit qu'il serait prématuré de vouloir expliquer la présence simultanée de ces deux sels; il essaye de poser les principales conditions du problème.

M. Noll (5) a cherché à déterminer par la méthode expérimentale ce qui, dans le mode d'accroissement des *Bryopsis* et des *Caulerpa*, revient au géotropisme et à l'héliotropisme. En renversant la direction de l'accroissement, on ne voit apparaître de nouvelles feuilles et de nouveaux bourgeons que du côté illuminé, quel que soit ce côté; les rhizoïdes se produisent uniquement du côté obscur; M. Noll en conclut que chez ces plantes le développement est indépendant de la pesanteur.

La formation des combinaisons azotées aux dépens de l'azote de l'atmosphère serait liée, d'après M. Frank (6), à l'existence des Algues inférieures (Oscillaires, *Glœocapsa*, etc.), qui vivent sur le sol; la propriété de former des combinaisons azotées serait commune à toutes les plantes pourvues de chlorophylle. M. Prantl pense que toutes les plantes ne jouissent pas de cette propriété au même degré (7); elle lui paraît plus développée chez les Nostocs et les plantes voisines que chez les plantes vertes; il a cité autrefois ce fait que des prothalles de fougères élevés en dehors de toute combinaison azotée n'arrivaient pas à un développement normal; les cultures étaient, au contraire, envahies par des Nostocacées, et d'autant plus qu'il y avait moins de corps azotés dans le milieu nutritif. Ce fait ne lui semble pas

(1) Verslagen en Mededeel. d. K. Akad. van Wetenschapen; Afd. Natur. III, 2, p. 251-264, Amsterdam.
(2) Pringsheim's Jahrbücher, XIX, 1888, p. 138-154.
(3) Bull. Soc. bot. de France, XXXIV.
(4) Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien, XCVI, 1887, 25 pages, 1 pl. in-8.
(5) Arbeiten d. bot. Instit. in. Würzburg, 1888.
(6) Ber. d. deutsch. bot. Gesch., VII, 1889, fasc. 1.
(7) Hedwigia, XXVIII, 1889, heft 2.

pourtant fournir une preuve suffisante de la formation de combinaisons azotées aux dépens de l'azote libre ; la vapeur d'eau tient presque toujours en dissolution des sels ammoniacaux, auxquels on pourrait aussi attribuer l'origine des produits azotés formés dans les plantes. Quoi qu'il en soit, ce fait lui semble jeter quelque lumière sur l'histoire de la symbiose des Nostocs et de diverses plantes vertes. Il paraît possible, en effet, que la facilité avec laquelle les Nostocs assimilent l'azote les rende particulièrement utiles aux *Anthoceros*, *Azolla*, *Gunnera*, etc., dans les tissus desquels ils vivent. Peut-être même les poils qu'on a observés dans les lacunes de ces plantes peuvent-ils servir à absorber au profit de la plante hospitalière les combinaisons azotées formées par les Nostocs.

Les zoologistes ont signalé depuis longtemps la présence d'Algues perforantes dans le test calcaire d'un grand nombre de Mollusques; MM. Bornet et Flahault (1) signalent le nouveau genre *Hyella*, qui est le représentant le plus élevé de la famille des Chamæsiphonées et le genre *Gomontia ;* c'est une Siphonocladée, mais ses sporanges ont une forme si particulière qu'il paraît nécessaire d'en faire le type d'une tribu nouvelle (Gomontiées), voisine des Pithophorées et des Cladophorées.

M. H. Fol a signalé un exemple de symbiose entre un infusoire, le *Tintinnus inquilinus* et une Algue de couleur brune qu'on avait prise d'abord pour une Ectocarpée; c'est une Diatomée filamenteuse du genre *Chætoceros ;* elle ne paraît pas modifiée notablement par cette vie commune. MM. Cienkowski et Brandt ont mis hors de doute la nature végétale des cellules jaunes qui vivent dans le protoplasme des Radiolaires ; on en a fait des Algues sous le nom de *Zooxanthella ;* M. Brandt a émis cette opinion, qu'au moins à l'état adulte, lorsque les Algues se sont beaucoup multipliées, les Radiolaires ne vivent que des produits de l'assimilation formés par les *Zooxanthella*. M. Famintzine (2) est arrivé, par l'observation et l'expérience, à d'autres conclusions. Les Radiolaires, à tout âge de leur vie active, se nourrissent d'animalcules; cela n'empêche pas que les Radiolaires puissent, en cas de besoin, se passer d'une nourriture animale, grâce aux Algues auxquelles ils donnent asile.

D'ailleurs ces Algues servent elles-mêmes à la nourriture des Radiolaires, non seulement au moment où ils s'enkystent, comme le pense M. Brandt, mais pendant toute leur vie active. Les *Zooxanthella* sont dissociées en très peu de temps et les débris en sont entraînés dans tous les sens par les courants protoplasmiques. Les granules d'amidon qu'on trouve dans le protoplasme extracapsulaire n'ont pas une autre origine.

Les cellules jaunes sont détruites de la même façon et présentent les mêmes apparences dans plusieurs Actinies où M. Famintzine a pu les observer. Il est donc certain que la symbiose qui se fait entre les *Zooxanthella* et les animaux n'a pas pour unique résultat de fournir à ces Algues un asile; elles servent aussi de nourriture à leurs hôtes.

(1) Journal de Botanique, II, p. 161, 1888.
(2) Mém. Acad. Saint-Pétersbourg, sér. VII, t. XXXVI, 36 pages, 2 pl. in-4, 1889.

II. — FLORIDÉES.

Les Floridées n'ont donné lieu cette année qu'à un petit nombre de publications et généralement peu importantes.

M. Bornemann (1) s'est attaché à vérifier sur les Lémanéacées du Harz, de la Forêt-Noire et de quelques autres localités, les résultats obtenus par Wartmann, par M. Sirodot, etc. Comme on pouvait s'y attendre, il ne modifie nos connaissances sur aucun point important; parmi les espèces qu'il a observées, deux sont nouvelles; ce sont le *Sacheria rubra* distingué surtout par sa couleur et sa consistance et le *S. cæspitosa*, qui est voisin du *S. rigida* Sirodot.

M. Peter (2) confirme simplement les observations de M. Sirodot sur l'alternance des générations des *Chantransia*, *Batrachospermum* et *Lemanea*.

Le procarpe des *Gracilaria* se développe dans les profondeurs d'un tissu opaque et formé de petites cellules; aussi, bien que les cystocarpes naissent sur toute la longueur des rameaux et qu'ils soient parfois très abondants, M. Thuret n'avait pas réussi à les observer avant la fécondation. M. Johnson (3) les a étudiés sur des matériaux traités par l'acide picrique et l'alcool, en coupant au microtome les rameaux qui lui paraissaient le mieux pouvoir lui montrer de jeunes procarpes. Le procarpe est formé de six ou sept cellules, l'une d'elles donne naissance au trichogyne qui gagne la surface à travers le tissu cortical. Une cavité se fait, par dissociation du tissu, au-dessus du procarpe; c'est dans cette cavité que se développeront le placenta et les spores. Les cellules du placenta se mettent en communication les unes avec les autres par des canaux assez larges pour laisser passer les noyaux. Le tissu cortical, accru au-dessus du procarpe, à la suite de la fécondation, se creuse d'un canal suivant le parcours du trichogyne; c'est par là que les spores s'échappent; c'est alors seulement que les cellules du procarpe émettent vers la cavité des prolongements sur lesquels se développent les spores. Ce qu'il y a de plus remarquable dans cet exemple, c'est que l'enveloppe du cystocarpe se forme avant la fécondation.

Le procarpe du *Sphærococcus coronopifolius* était également inconnu, bien qu'il soit beaucoup plus facile de le trouver; le thalle de cette plante est formé d'un axe central portant des verticilles de rameaux qui se subdivisent vers la périphérie de manière à former finalement une écorce autour d'une cavité centrale occupée par l'axe et les rameaux; c'est dans cette cavité et vers la base des rameaux que naissent les procarpes; le trichogyne perce la faible couche corticale pour se faire jour au dehors. M. Johnson (4) insiste à cette occasion sur la diversité de structure du thalle des Sphærococcées, et sur l'impossibilité, depuis longtemps incontestée, de fixer la position systématique d'une Floridée par le seul examen de la structure du thalle.

(1) *Beitrag zur Kenntniss der Lemaneaceen* (Philos. inaug. Dissert. Fribourg, 49 pages in-8, av. 3 pl., 1888).

(2) Botan. Centralblatt, XXXIII, p. 188-192, 1888.

(3) Annals of Botany, II, 1888, p. 213-222, av. 1 p.

(4) Annals of Botany, II, 1888, p. 293-304, av. 1 pl.

III. — PHÉOPHYCÉES.

Les PHÉOPHYCÉES ont, au contraire, été l'objet de plusieurs publications importantes. Il convient de placer en première ligne l'ensemble des publications de M. J. REINKE ; elles présentent un grand intérêt au point de vue de l'histoire de ces plantes.

Le groupe des Tiloptéridées a été établi par Thuret pour des plantes ayant le port des *Ectocarpus*, mais possédant de grosses spores immobiles et des Antérozoïdes semblables à ceux des Fucacées. La fécondation n'en a pourtant été observée ni par Thuret ni par ceux qui se sont occupés après lui de ces plantes. M. Reinke a trouvé dans la Baltique trois des quatre espèces connues jusqu'à présent et fournit à leur sujet de précieux renseignements (1).

Par la structure de l'appareil végétatif, l'*Haplospora globosa* tient le milieu entre les *Ectocarpus* et les *Sphacelaria*. Les sporanges sont formés d'ordinaire par la cellule terminale de rameaux très courts, formés de une à cinq cellules ; plus rarement ils sont sessiles ; parfois même ils sont formés aux dépens d'un article intercalaire d'un filament. On voit donc se produire ici, par exception, ce qui fait le caractère distinctif du genre *Scaphosphora* Kjellman. Le sporange atteint ses dimensions définitives avant que son contenu commence à se diviser ; il s'y forme quatre noyaux ; c'est alors que la spore immobile, entourée d'une faible enveloppe, s'échappe de la membrane du sporange pour germer aussitôt. Des cloisons, dont la position n'est pas rigoureusement déterminée, isolent les quatre noyaux, et l'embryon développe un rhizoïde après quelques divisions nouvelles. Des observations multipliées ne laissent à M. Reinke aucun doute au sujet de la nature asexuée des spores de l'*Haplospora ;* il les compare volontiers aux tétraspores des Dictyotées ; là les quatre noyaux du tétrasporange se séparent les uns des autres et donnent naissance à quatre embryons ; ils ne se séparent pas dans l'*Haplospora* et n'y forment qu'une seule plantule.

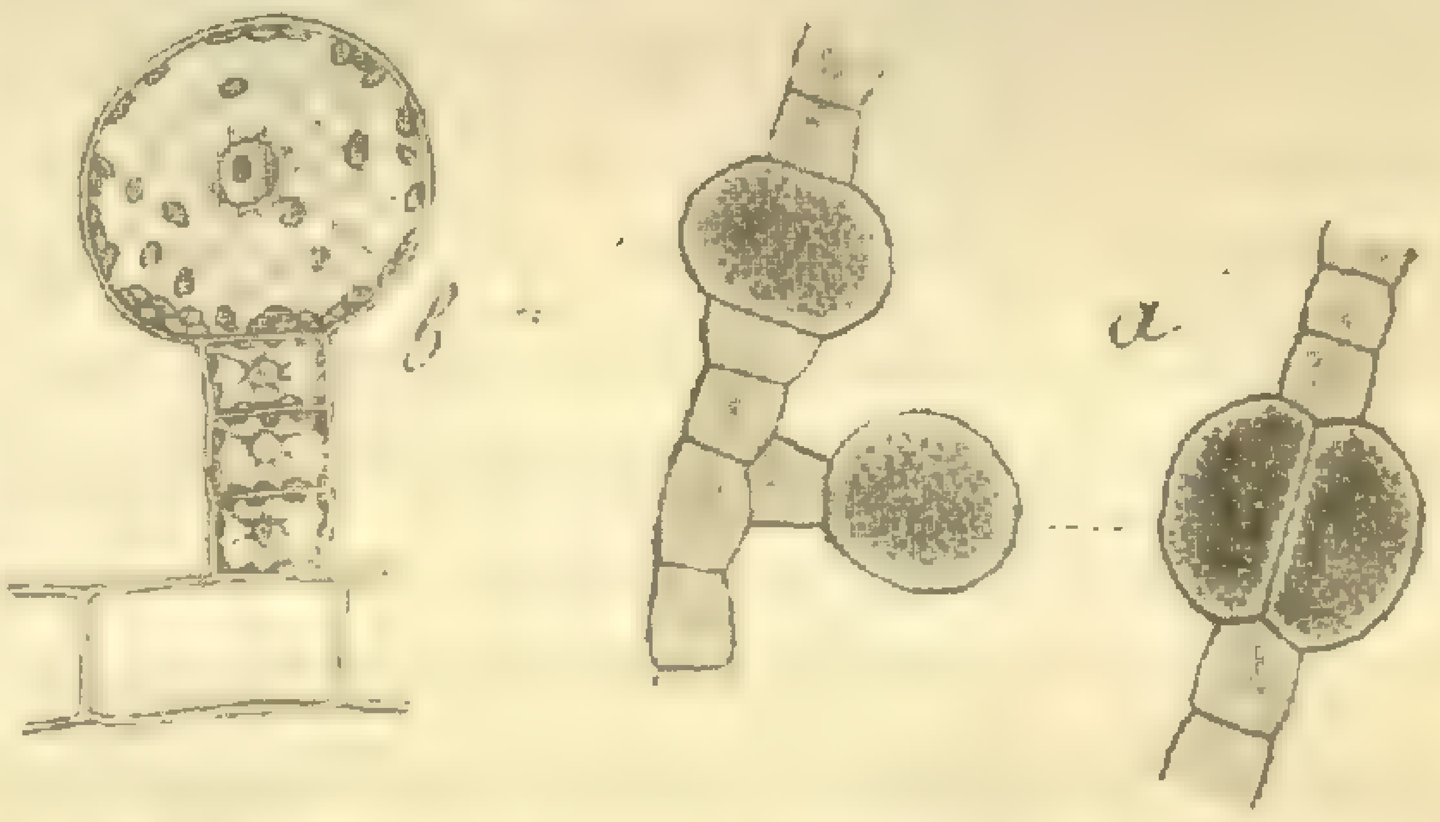


Fig. 13. — *Haplospora globosa : a*, positions diverses du sporange ; *b*, sporange plus grossi, presque mûr, mais ne contenant encore qu'un seul noyau.

Le *Scaphospora speciosa* possède deux sortes d'organes reproducteurs, des œufs et des zoospores. Les oosporanges ressemblent beaucoup aux sporanges de l'*Haplospora ;* ils ne sont pourtant jamais terminaux. L'œuf ne possède qu'un seul noyau au moment de la fécondation, et s'échappe du sporange sous forme de sphère protoplasmique nue ; on n'en a pas observé le sort ultérieur. Le *Scaphosphora* possède aussi des sporanges pluriloculaires, produits par les mêmes individus que les précédents, et ressemblant aux

(1) Botanische Zeitung, 1889, nos 7 à 9, 18 pages, av. 2 pl.

sporanges pluriloculaires des *Ectocarpus*. M. Reinke n'a pas observé la sortie des corps reproducteurs, mais il considère comme tels des corps mobiles pourvus de deux cils inégaux, l'un antérieur, l'autre postérieur, qu'il a vus au voisinage des sporanges uniloculaires vidés. Sont-ce là des zoospores, comme le pense M. Kjellman? M. Reinke y voit plutôt des organes sexués différenciés en œuf et anthérozoïdes. Il va plus loin; considérant l'identité des caractères végétatifs de l'*Haplospora* et du *Scaphosphora*, il pense que ces deux plantes appartiennent à une même espèce dont la première est la forme sexuée; s'il en est ainsi, les Tiloptéridées doivent être caractérisés par l'existence de trois sortes d'organes reproducteurs; spores asexuées immobiles; œufs immobiles et anthérozoïdes mobiles, ces derniers étant réunis sur les mêmes individus.

La même série de phénomènes se produirait dans le *Tilopteris Mertensii*. M. Reinke croit devoir limiter le groupe des Tiloptéridées à un seul genre avec deux espèces : *Tilopteris Mertensii*, à sporanges et oogones intercalaires et *T. globosa* Reinke (comprenant *Haplospora globosa* et *Scaphosphora speciosa*), à sporanges et oogones latéraux ou partiellement situés dans le tissu de la fronde.

Sous un titre qui ne dit pas tout ce qu'il couvre, à l'occasion de la flore algologique de la Baltique, M. Reinke fournit un appoint beaucoup plus précieux encore à l'histoire des Algues brunes (1); il s'agit simplement de décrire la flore de la partie occidentale extrême de la Baltique comprenant une partie du petit Belt, les golfes de Kiel et de Mecklenbourg avec les petites baies et les estuaires qui en dépendent. C'est une région peu favorisée; sa plus grande profondeur ne dépasse pas 46 mètres; le fond en est presque partout sablonneux, vaseux ou couvert de prairies de zostères; ces fonds mouvants sont à peu près impropres à la vie des Algues; mais le moindre bloc, le moindre pilotis sont immédiatement couverts d'Algues; les meilleures stations sont fournies par quelques moraines glaciaires dont les blocs accumulés se rencontrent en quelques points.

Le peu de profondeur de cette partie de la Baltique, le peu de variété du fond, la faible salure qui ne dépasse guère, 2,5 p. 100, l'absence de marées, en font une région pauvre en Algues. M. Reinke a observé que beaucoup de plantes se réduisent ou se modifient à mesure que la salure diminue.

Les Phéophycées sont l'objet d'une étude particulièrement attentive de l'auteur. Cette partie du travail de M. Reinke a pour complément nécessaire le premier fascicule de l'*Atlas deutscher Meeresalgen* (2).

M. Reinke propose, à titre provisoire, une classification nouvelle des Phéophycées zoosporées. Il est frappé des liens qui unissent entre eux presque tous les genres de ce groupe. Les Cutlériées et les Laminariées lui semblent seules former des familles bien distinctes, à la condition toutefois qu'on sépare des Laminariées le genre *Chorda*, comme Thuret le proposait

(1) *Algenflora der Westlichen Ostsee deutschen Antheils: eine system. pflanzen geogr phische Studie, mit 8 Holzschnitten und eine Vegetationskarte*, VI^e Bericht d Kommission z. Untersuchung d. deutschen Meere, im Kiel, in-4, de 101 pages, Kiel, (Schmidt et Klaunig), 1889.

(2) *Atlas deutscher Meeresalgen*. Im Auftrage d. K. preuss. Minist. für Landwirth-

déjà. Tous les autres groupes secondaires de Zoosporées sont beaucoup moins naturels ; malgré les liens qui les unissent, on y trouve pourtant quelques types bien caractésisés. Les Sphacélariées, Scytosiphonées et Chordariées se limitent assez nettement les unes vis-à-vis des autres, sans avoir pourtant le degré d'autonomie des Laminariées. Anssi M. Reinke propose-t-il de réunir toutes les Zoosporées, sauf les Cutlériées et les Laminariées, en une seule grande famille à laquelle il donne le nom d'Ectocarpacées. Il voit dans les *Ectocarpus* le centre

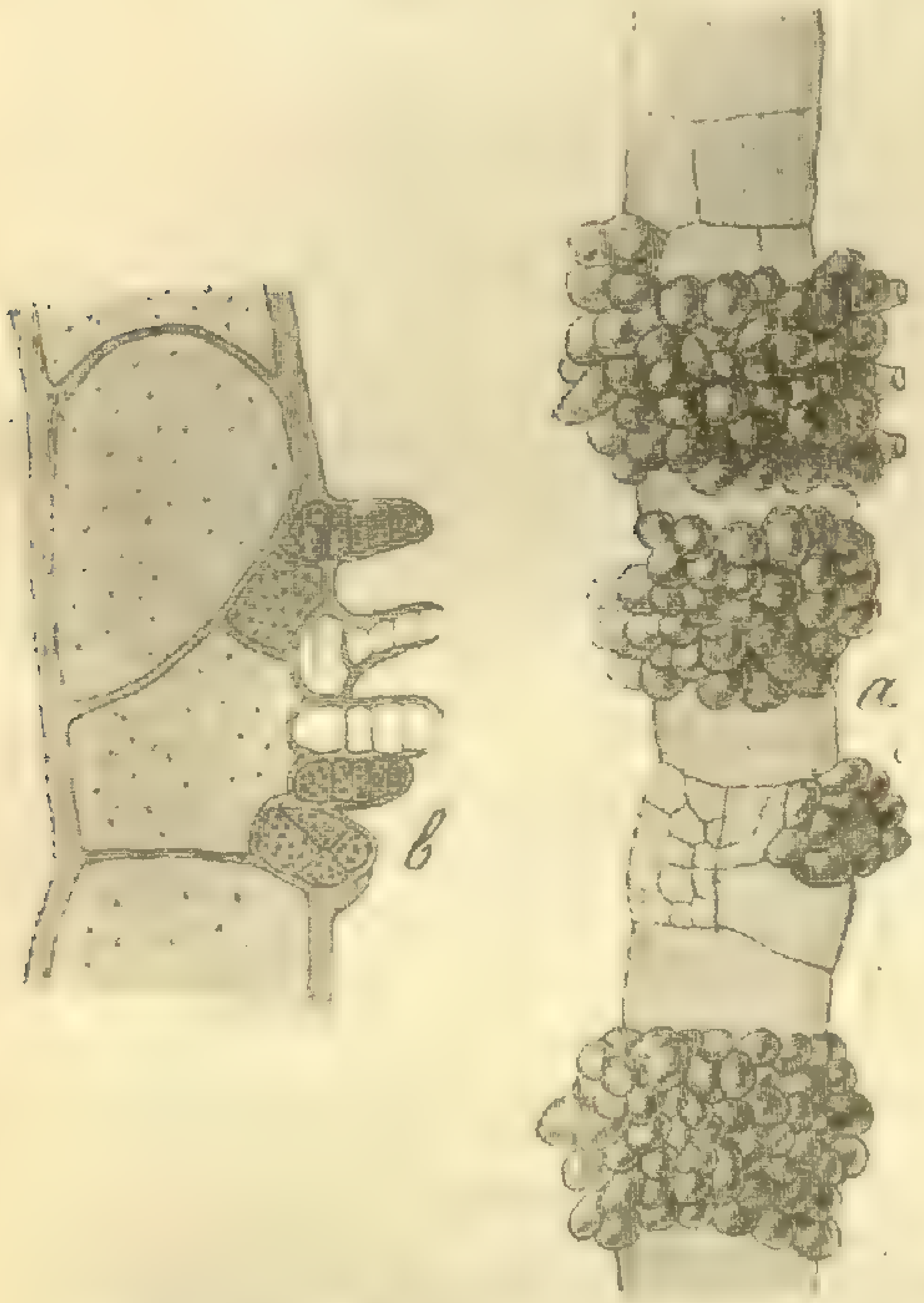


Fig. 14. — *Halotrix lumbricalis* : *a*, sporanges en voie de développement ; *b*, deux sporanges déjà vidés.

Fig. 15. — *Kjellmania sorifera* : *a*, émission des zoospores ; *b*, sporanges en voie de développement.

autour duquel rayonnent tous les autres genres ; les Sphacélariées, les Myrionémées, les Chordariées deviennent autant de groupes inférieurs dans la famille.

Les *Chorda* séparés des Laminariées se rapprochent des *Scytosiphon*. Dans ces deux genres, les sporanges couvrent d'une couche continue toute la surface du thalle et sont formés par les cellules superficielles ; ils sont entremêlés de paraphyses unicellulaires nombreux dans les *Chorda*, peu nombreux ou absents chez les *Scytosiphon* ; mais les sporanges sont uniloculaires chez les premiers, pluriloculaires chez les *Scytosiphon* ; les Chordées forment un groupe intermédiaire aux Scytosiphonées et aux Dictyosiphonées.

schaft, etc., herausgegeben von d. Kommission z. wissensch. Unters. d. deutschen Meere ; Heft I, 34 pages, in-4, pl. 1-25. Berlin (Paul Parey), 1889.

Le nouveau genre *Halothrix* se place à côté des *Giraudia* parmi les Elachistéées; l'*H. lumbricalis* a le port et les dimensions de l'*Elachistea fucicola;* mais il en diffère notablement par sa structure.

Les *Leptonema* et *Symphoricoccus* ont à peu près le même port et sont plus voisins des *Elachistea*, les premiers en diffèrent pourtant par leurs sporanges pluriloculaires; les seconds se rapprochent des *Myriotrichia.*

Le genre *Kjellmania* appartient aux Punctariées, il forme des filaments isolés, rameux, longs de 1 à 5 centimètres; il possède deux sortes de sporanges pluriloculaires parfois réunis sur le même individu; les uns sont intercalaires, les autres saillants et groupés au-dessus de la surface générale du thalle, ce qui les éloigne des Scytosiphonées.

Le genre *Microspongium* est très voisin de l'*Ascocyclus* Magnus et des *Ralfsia.*

Le *Chordaria baltica* Gobi devient le *Gobia baltica ;* cette plante était autre-

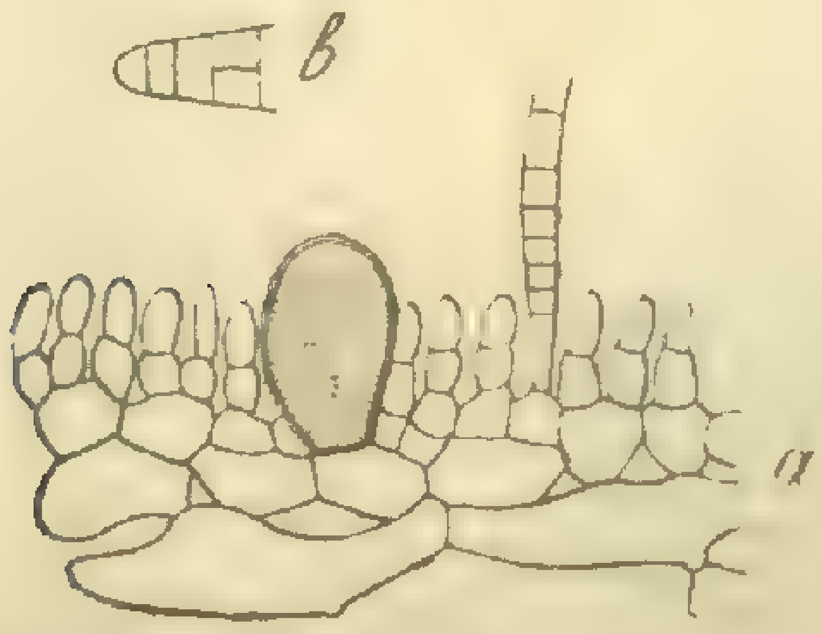


Fig. 16. — *Gobia baltica :* *a*, portion de la surface reproductrice du thalle; *b*, sommet végétatif d'un rameau.

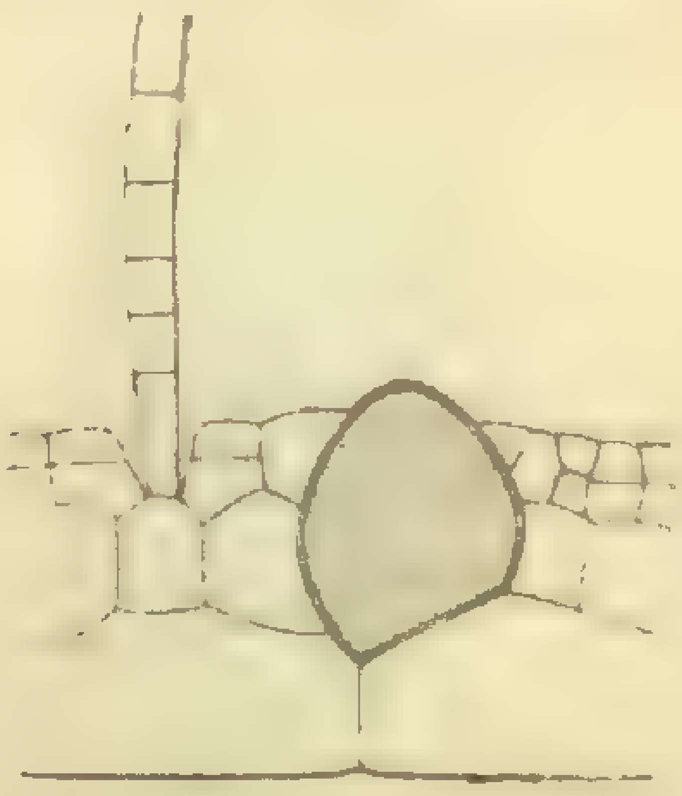


Fig. 17. — *Dictyosiphon chordaria.*

fois considérée par Areschoug comme un *Dictyosiphon ;* elle en est, en effet, très voisine par son mode d'accroissement terminal; elle se rapproche aussi des *Chordaria* par la partie reproductrice de son thalle dont les cellules ne forment pas une couche parenchymateuse, mais se dressent en un tapis de courts rameaux bi- ou tricellulaires. Ce caractère l'éloigne des *Dictyosiphon* et paraît justifier la séparation des deux genres, tout en assurant une place au *Gobia* à côté des *Dictyosiphon.*

M. Reinke ajoute beaucoup de renseignements précis sur un certain nombre de genres et d'espèces peu connus, tels que *Ascocyclus* Magnus, *Desmotrichum Spermatochnus* et *Halorhiza* Kützing.

L'auteur a pris soin de signaler les principaux faits que nous venons de résumer dans deux communications préliminaires (1).

Ch. Flahault.

(1) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, 1888, p. 14-20 et 240.

(*A suivre.*)

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

UNE NOUVELLE ESPÈCE DE L'AFRIQUE TROPICALE

SOLANUM DUCHARTREI

Par M. Edouard HECKEL.

Parmi les plantes de l'Afrique tropicale que j'ai reçues de mes correspondants, l'une des plus intéressantes est une nouvelle espèce du genre *Solanum*.

Je dédie cette plante à M. P. Duchartre, dont les travaux ont illustré la science botanique française. En voici la description :

Solanum Duchartrei E. Heckel (Pl. 2).

Sous-arbrisseau à tige ligneuse, dressée, très rameuse, mesurant 50 à 60 centimètres de haut, très fortement aiguillonnée, d'un vert sale blanchâtre, couverte de poils étoilés, denses. Feuilles longues de 8 à 12 centimètres, ovales, oblongues, sinueuses, lobées (à 8 lobes oblongs aigus et à découpures aiguës) ou sinueuses anguleuses, à limbe inégal à la base, aiguillonnées sur les deux faces et sur le court pétiole, tomenteuses sur les deux faces, mais surtout au-dessous; les poils stellaires sont plus nombreux sur la marge des feuilles que sur les nervures. Pétioles verts, aiguillonnés comme les nervures des feuilles (à aiguillons recourbés, pleins, jaunes à leur pointe, brunâtres, tubulés, velus au moins à leur base), longs de 3 à 6 centimètres, ronds comme les rameaux.

Pédoncules floraux extra-axillaires, bifides, aiguillonnés, longs, multiflores et très tomenteux, accrescents (comme le calice) après la fécondation. Calice vert, quinquéfide, à lobes aiguillonnés, très velus dans la fleur mâle, peu aiguillonnés mais

velus dans la fleur femelle. Corolle violette, à cinq lobes aigus, couverts de poils sur leur partie médiane et externe : le reste de la face externe et la face interne est glabre. Cinq anthères jaunes. Ovaire sphérique biloculaire, villeux, à poils caducs.

L'ovaire, le style et le stigmate sont très réduits en dimensions dans la fleur mâle : le stigmate est quadrifide dans la fleur mâle et capité dans la fleur femelle. Baie glabre, ronde, ayant à maturité la couleur, la forme et la grosseur d'une prune reine-claude, biloculaire, à semences pulpeuses, pulpe verte et amère.

Cette plante, qui a été rapportée de la côte occidentale d'Afrique par le Dr Duclot, médecin de la marine, sur les indications de M. C. Sambuc (auteur d'une *Contribution à la Flore et à la matière médicale de la Sénégambie*), croît sur le plateau de Thiès, à Rufisque (Sénégal) et probablement sur plusieurs points de la côte occidentale d'Afrique. Elle fleurit en mars et en avril. Cette plante est désignée par les peuplades du pays Woloff, sous le nom de *Beut-i-Djane* (1). Vivante au Jardin botanique de Marseille et du Muséum de Paris, sèche dans l'herbier de la Faculté des sciences de Marseille, elle a fleuri et fructifié dans les serres du Jardin botanique de Marseille.

Observations. — Cette courte diagnose mérite quelques développements, en raison des particularités que présente cette plante et qui probablement sont communes à toute la section des *Melongena*, à laquelle elle appartient sans conteste.

Dans ce groupe, l'espèce dont elle se rapproche le plus est le *S. undatum Lam.* du Malabar et de l'île Maurice ; mais cette

(1) Le nom de cette plante en Woloff est *Bet-u-djan* ou encore *Bet-i-djan*. Le premier mot *Bet* signifie ŒIL OU YEUX et se prononce *Beut* à Saint-Louis et *Bout* à Gorée, la prononciation des voyelles en Woloff différant suivant les provinces. Le second, *i* ou *u* (prononcez *ou*), est la préposition DE ; enfin le mot *djan* signifie SERPENT. Ce dernier mot se prononce d'une façon intermédiaire entre *iane* et *diane ;* le son initial représenté par *dj* est un de ces sons mixtes, à la fois voyelles et consonnes, dont il existe plusieurs exemples en Woloff, mais qui n'ont pas d'équivalent dans nos langues européennes, sauf peut-être pour le russe, dans le son initial de Jaroslaw. En somme, cette plante est appelée en Woloff, *Œil-de-serpent*. Pourquoi? Corre et Lejanne, dans leur *Matière médicale et toxicologique coloniale*, p. 50, donnent à cette Morelle le nom indigène de *Betoum-yane*, qui ne répond à aucun dialecte connu en Sénégambie et qui ne peut être qu'une corruption du Woloff. Les indigènes du Sénégal emploient les feuilles de cette espèce pour le traitement empirique d'un grand nombre d'affections.

dernière plante s'en éloigne par sa tige subherbacée, rubescente, par ses feuilles longuement pétiolées, obtuses, subcordées, ses pétioles rougeâtres, ses aiguillons droits, nus, ses pédoncules solitaires, uniflores, et enfin ses baies *presque* rondes. Le *S. fuscatum L.* (espèce américaine) s'en distingue par un plus petit nombre de caractères encore, savoir : la couleur verte, sale, de la plante, les feuilles rudes au toucher, les aiguillons droits et glabres, les pédoncules bifides à leur base, et les baies vertes tachées de blanc avant la maturité. Le *S. Hermanni* Dun. (du cap de Bonne-Espérance) s'en éloigne par ses poils tecteurs étoilés, très petits et éloignés les uns des autres, par des feuilles sinuées pinnatifides, à lobes étroits à la base et à échancrures arrondies, glabres à la face supérieure ; par ses aiguillons droits, subulés, glabres, enfin par ses baies vertes tachées de blanc avant la maturité. Le *S. coagulans L.* de l'Arabie Heureuse en diffère par son état tantôt inerme, tantôt faiblement aiguillonné, par ses poils stellaires courts et ses feuilles blanches en dessous, ses nervures médianes tantôt inermes, tantôt peu aiguillonnées, ses aiguillons droits, ronds et subulés, par ses baies ovales presque sphériques. Le *S. sanctum L.* de la Palestine présente les mêmes caractères différentiels, car il s'éloigne peu du *S. coagulans*. Les *S. marginatum L.* d'Abyssinie, *S. Campechiense* d'Amérique (golfe du Mexique), *S. Trongum Poir.* et *S. pressum Dun.* des Moluques, enfin *S. album Lour.* d'Amboine et de Cochinchine, sont tellement distincts de la série précédente à laquelle appartient cette espèce, et s'en éloignent si bien par la couleur de la corolle et la forme du fruit, qu'il n'y a pas lieu de les rapprocher du *S. Duchartrei* (1). Mais il n'en est pas de même des *S. esculentum* et *ovigerum* de Dunal. Ici, les points de contact sont multiples, surtout avec cette dernière espèce, dont le fruit est

(1) Je comprends très bien que quelques auteurs n'aient voulu reconnaître qu'une seule espèce de *S. Melongena* avec des variétés qui ont reçu de Dunal les noms spécifiques de *S. esculentum*, *ovigerum*, *undatum*, *Hermanni*, *fuscatum*, *coagulans*, *sanctum*, car en réalité il n'y a pas entre ces espèces des différences très saillantes et d'un caractère profond de spécificité, mais alors il faut éloigner absolument de l'espèce *S. Melongena* toutes les autres espèces qui, en dehors de celles sus-nommées, ont été comprises par Dunal (*Histoire des Solanum*, p. 208 et suiv.) dans sa section des *Melongena* riche de 12 espèces. Elles constituent, en effet, un groupe tout à fait distinct.

pulpeux, amer et à pulpe verdâtre comme dans le *S. Duchartrei*. Mais il est un caractère sur lequel nous devons insister et que Dunal a signalé à grands traits, dans les termes suivants : « Dans certaines espèces munies d'aiguillons, les fleurs fertiles offrent ceci de singulier, que leur calice est muni de ces organes, tandis que celui des fleurs stériles en est dépourvu, ou n'en a qu'une quantité infiniment moindre que celui des fleurs fertiles. Les espèces du groupe *Melongena*, par exemple, offrent ce phénomène d'une manière frappante. Dans ces plantes, les fleurs sont disposées sur un pédoncule qui, à sa naissance, se divise en deux branches que l'on peut prendre, si l'on veut, pour deux pédoncules géminés. Une de ces branches est beaucoup plus courte que l'autre, plus forte et ne porte qu'une fleur; cette fleur étant fertile a, par conséquent, un calice aiguillonné et le pistil plus long que les anthères. L'autre branche du pédoncule porte plusieurs fleurs qui n'ont que très peu ou point d'aiguillons au calice. Celles dont le calice est muni de ces organes ont quelquefois le style plus long que les anthères, et alors elles sont fertiles ; mais le plus souvent, ainsi que les fleurs à calice dépourvu d'aiguillons, leur style est beaucoup plus court que les anthères, et elles avortent (1). » Je ne saurais affirmer si ces dispositions, comme l'assure Dunal, sont communes à toutes les espèces de son groupe *Melongena*, mais elles existent dans le *S Duchartrei*, où elles constituent, comme dans le *S. esculentum* (où j'ai aussi examiné de près les fleurs), un véritable état unisexué monoïque, réalisé par l'avortement complet du pollen dans les étamines de la fleur femelle de l'aubergine, tandis que dans le *S. Duchartrei*, les étamines de la fleur femelle renferment un pollen évidemment infécond et de plus petite dimension que celui de la fleur mâle, qui est très bien développé.

L'organe femelle, outre la réduction de toutes ses parties dans la fleur physiologiquement mâle, y porte un stigmate petit, couvert de papilles courtes et sèches, tandis que dans la fleur physiologiquement femelle, le style long est terminé par un

(1) *Histoire naturelle médicale et économique des* SOLANUM. Paris, 1813, p. 89 et s.

stigmate très capité, de couleur verte et couvert de longues papilles humides : les ovules paraissent semblables dans les deux ovaires et également développés. Si l'on joint à cette condition hétérostylée unisexuée qui se retrouve dans les deux espèces, cette autre déjà signalée dans le *S. ovigerum* de la présence d'une pulpe verdâtre et toxique dans le fruit, on reconnaîtra qu'il existe entre les *S. Duchartrei* et *S. ovigerum* (qui n'est qu'une variété toxique de l'aubergine, ou mieux probablement la forme sauvage dont l'aubergine est dérivée par culture), des points de rapprochement remarquables, comme il en existe du reste avec les *S. undatum, coagulans*, *Hermanni*, *incanum* et *sanctum*. Il est à noter du reste que ces dernières espèces sont africaines comme le *S. Duchartrei*, qui ne serait, sur ce même continent, qu'une forme spécifique du type *Melongena*, adaptée à la région sénégalienne à courte période de pluies (1). — Je dis une forme spécifique, parce que, reproduite pendant deux années de graines provenant du plateau de Thiès, elle s'est conservée intégralement dans les serres chaudes du Jardin botanique de Marseille, et a fleuri en août 1888 et en juillet 1889. Une plante identiquement semblable m'a été adressée vivante du Muséum de Paris, par M. Cornu, sous le nom de *Solanum* du Gabon. Il y a donc quelques probabilités pour que cette espèce s'étende assez loin sur la côte occidentale de l'Afrique tropicale et que son aire géographique ne soit pas limitée aux deux localités, Thiès et Rufisque que j'ai indiquées avec certitude pour avoir reçu des plantes entières et des fruits de ces deux provenances.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 2.

Fig. 1. — Rameau fleuri de *Solanum Duchartrei*. (Grandeur naturelle.)

Fig. 2. — Fruit mûr sphérique avec pédoncule spinescent et calice épineux accrescent. (Grandeur naturelle.)

Fig. 3. — Feuille ondulée, sinueuse, de l'extrémité supérieure de la tige (face inférieure) montrant les aiguillons. (Grandeur naturelle.)

(1) J'adopte, pour le climat et la distribution géographique des plantes en Sénégambie, la division établie par M. C. Sambuc (*Loc. cit.*) en : 1° plantes confinées dans la zone méridionale à longue période de pluies ; 2° plantes confinées dans la zone septentrionale à courte période de pluies.

Fig. 4. — Même feuille (face supérieure). (Grandeur naturelle.)

Fig. 5. — Un poil unicellulaire étoilé à six branches (50/1).

Fig. 6. — Fleur mâle (andromonoïque), dépouillée de ses étamines pour montrer l'ovaire, le stigmate et le style réduits. (Grandeur naturelle.)

Fig. 7. — Fleur femelle (gynomonoïque), dépouillée de ses étamines, montrant le développement de toutes les parties du gynécée. (Grandeur naturelle.)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MODIFICATIONS DES FEUILLES

CHEZ LES PLANTES MARITIMES

Par M. Pierre LESAGE.

INTRODUCTION

Les plantes qui vivent habituellement ou accidentellement au bord de la mer ont été étudiées au point de vue de leur distribution géographique ou des variations seulement extérieures qu'elles peuvent subir, suivant le milieu dans lequel elles végètent ; mais il n'a été publié, jusqu'ici, aucun travail d'ensemble concernant leur anatomie.

Je me suis proposé non de combler cette vaste lacune, mais seulement d'en explorer un point.

J'ai d'abord cherché à connaître la structure des feuilles des plantes qui vivent au bord de la mer, la structure des feuilles des mêmes plantes qui poussent spontanément ou sont cultivées dans l'intérieur des terres, afin d'arriver, par comparaison, à faire ressortir quelle peut être l'action maritime sur l'anatomie de la feuille.

Pour donner une valeur réelle aux résultats obtenus, le contrôle de l'expérimentation m'a paru de première nécessité, et j'ai institué une série de cultures.

Les faits connus jusqu'à ce jour tendent à montrer, d'une façon générale, que toute plante capable de vivre dans les deux

milieux que nous allons considérer, se modifiera plus ou moins, suivant le milieu où elle se développera. En particulier :

1° Vivant d'habitude au bord de la mer, elle y aura des feuilles charnues;

2° Transportée dans l'intérieur des terres, elle y développera des feuilles plus minces;

3° Vivant d'habitude à l'intérieur des terres, et transportée au bord de la mer, elle y acquerra des feuilles plus épaisses que celles qu'elle portait à l'intérieur.

Le voisinage du bord de la mer a donc, entre autres effets, celui d'augmenter l'épaisseur de la feuille; mais le milieu qu'il représente est caractérisé par des influences multiples qui, isolées, peuvent agir dans des sens divers et d'une façon plus ou moins apparente. Citons-en les principales :

1° L'influence du sol;

2° L'influence de l'humidité du sol;

3° L'influence de l'humidité de l'air;

4° L'influence des vents;

5° L'influence de la lumière;

6° L'influence de la température, etc...

Est-ce l'ensemble, un groupe ou l'une de ces influences qui produit la variation d'épaisseur?

La question ne peut se résoudre d'une façon absolue; mais il est facile de montrer que le chlorure de sodium se retrouve dans le jeu de la plupart de ces influences. J'ai donc été porté à baser toutes mes cultures sur le sel marin.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES ESPÈCES PRISES DANS LA NATURE.

J'ai étudié 90 espèces réparties entre 32 familles. Deux espèces maritimes prises sur un seul point ont fourni des renseignements destinés à être employés dans la comparaison générale. Ce sont : l'*Asplenium marinum*, qui a montré un mésophylle très serré; le *Salsola Kali*, remarquable par le grand

développement de son parenchyme intérieur, à grandes cellules incolores, et dépourvu de lacunes ou à méats intercellulaires extrêmement réduits, au-dessous de l'assise continue de cellules tabulaires chlorophylliennes.

J'ai comparé entre elles 6 espèces, très voisines deux à deux, ou mieux 3 espèces à leur variété maritime respective. Ce sont :

Polygonum aviculare, var. *P. maritimum*.

Spergularia rubra, var. *Sp. marina*.

Chrysanthemum inodorum, var. *Ch. maritimum*.

Laissant à part le *Beta maritima* et le *Beta vulgaris*, j'ai, en somme, comparé les feuilles de VM à VT dans 85 espèces(1).

Sur ces 85 espèces :

54 sont plus épaisses pour VM;

27 restent indifférentes;

4 sont plus épaisses chez VT.

Les espèces qui ont montré une feuille plus épaisse au bord de la mer sont :

1° Plantes qu'on retrouve plus souvent à l'intérieur que sur le littoral.

Aspidium Filix-mas.
Polypodium vulgare.
Osmunda regalis.
Ruscus aculeatus.
Parietaria officinalis.
Polygonum aviculare.
Polygonum Hydropiper.
Atriplex hastata.
Beta vulgaris.
Thesium humifusum.
Ranunculus sceleratus.
Euphorbia exigua.
Mercurialis annua.
Nasturtium officinale.
Trifolium arvense.
Anthyllis Vulneraria.
Lotus corniculatus.
Melilotus officinalis.
Stellaria holostea.
Lychnis dioica.
Alsine media,
Spergularia rubra.
Conium maculatum.
Hydrocotyle vulgaris.
Anagallis arvensis.
Samolus Valerandi.
Solanum Dulcamara.
Ligustrum vulgare.
Glechoma hederacea.
Linaria vulgaris.
Scrophularia aquatica.
Plantago Coronopus.
Lonicera Periclymenum.
Senecio vulgaris.
Bellis perennis.
Chrysanthemum inodorum.
Tussilago Farfara.

(1) Pour la même espèce, VM (variété maritime) représente les échantillons du bord de la mer, VT (variété terrestre) ceux de l'intérieur ou les plus éloignés du rivage.

2° Plantes du littoral.

Salicornia herbacea.
Atriplex portulacoides.
Beta maritima.
Cakile maritima.
Diplotaxis tenuifolia.
Glaucium luteum.
Silene maritima.
Arenaria peploides.
Apium graveolens.
Eryngium maritimum.
Crithmum maritimum.
Glaux maritima.
Armeria maritima.
Lycium barbarum.
Plantago maritima.
Inula crithmoides.
Aster Tripolium.

Les espèces restées indifférentes sont :

1° Plantes de l'intérieur.

Scolopendrium officinale.
Pteris aquilina.
Blechnum Spicant.
Arundo Phragmites.
Festuca rubra.
Alisma Plantago.
Triglochin palustre.
Polygonum Fagopyrum.
Ranunculus Ficaria.
Malva sylvestris.
Hypericum perforatum.
Umbilicus pendulinus.
Hedera Helix.
Erythræa Centaurium.
Lamium purpureum.
Betonica officinalis.
Teucrium Scorodonia.
Plantago major.

2° Plantes du littoral.

Psamma arenaria.
Spartina stricta.
Glyceria maritima.
Lepturus incurvatus.
Ruppia maritima.
Triglochin maritimum.
Suæda maritima.
Althæa officinalis.
Euphorbia Peplis.

Les espèces qui ont une feuille plus épaisse pour VT sont :

Asplenium Trichomanes.
Medicago lupulina.
Convolvulus arvensis.
Galeopsis ochroleuca.

Remarquons que la dernière liste ne comprend que des espèces de l'intérieur.

Les plantes restées indifférentes, quant à l'épaisseur de la feuille, ont indiqué des différences dans certains cas. Ainsi, j'ai constaté un grand développement du tissu incolore chez le *Psamma arenaria*; le *Ruppia maritima*, venu dans la partie la

plus salée d'un marécage, a montré des feuilles moins vertes que celui d'une portion moins saumâtre du même marécage; le *Triglochin palustre* accuse plus de palissades, pris à la Varde (VM), et une tendance à moins de lacunes, etc.

Les plantes littorales de ce groupe n'ont pas indiqué de variation sensible, probablement parce que les conditions de milieu pour VM et VT n'offraient pas de différences suffisamment accentuées.

Le premier groupe, le plus nombreux, montre nettement que :

1° *Une plante de l'intérieur, poussant au bord de la mer, y acquiert des feuilles plus épaisses ;*

2° *Une plante du bord de la mer et cultivée à l'intérieur y prend des feuilles plus minces.*

Le deuxième groupe et le troisième montrent que ceci ne s'applique pas à toutes les plantes; la règle n'est pas absolue.

Maintenant que nous savons, en général, que la feuille est plus épaisse au bord de la mer, voyons comment se produit la différence d'épaisseur et ce qui l'accompagne dans la structure de la feuille;

Nous verrons spécialement les résultats qui concernent les diverses parties suivantes de la feuille:

1° Les épidermes, pour constater si les cellules épidermiques ont subi des variations correspondantes à celles de l'épaisseur de la feuille ;

2° La paroi externe des cellules épidermiques, pour savoir si cette paroi est plus ou moins épaisse suivant la station (en comprenant la cuticule dans l'épaisseur);

3° Le mésophylle, pour chercher, quand il augmente d'épaisseur, à quelles sortes de cellules il doit son développement (nous verrons que les palissades jouent le principal rôle);

4° Les nervures, pour voir si leurs dimensions correspondent aux variations du mésophylle;

5° Les vaisseaux, en prenant le diamètre des plus grands dans les mêmes nervures, pour se rendre compte du rapport avec l'épaississement de la feuille, s'il en existe un;

6° Les sécrétions, oxalate de chaux, tannin, etc., et leur rapport avec la station ;

7° La chlorophylle et sa répartition dans les cellules suivant le milieu.

1° *Les épidermes.* — Pour simplifier les résultats, nous convenons de représenter par $\frac{VT}{VM}$ le rapport du nombre des cellules vues par unité de surface sur l'épiderme de VT à celui des mêmes cellules de VM, et par $\frac{VM}{VT}$ le rapport inverse ; enfin, pour éviter les erreurs de déformation ou autres, nous ne comptons ces rapports que lorsqu'ils dépassent 1,25, les variations entre $\frac{1}{1,25}$ et 1,25 étant rapportées à l'unité.

Sur 61 espèces :

23 ont montré $\frac{VT}{VM} > 1,25$;

31 sont restées indifférentes dans les limites indiquées ;

7 ont eu $\frac{VM}{VT} > 1,25$.

Les espèces qui ont montré des cellules épidermiques plus grandes pour VM sont :

	Rapport $\frac{VT}{VM} > 1,25$.	
	Ép. supérieur.	Ép. inférieur.
Ruscus aculeatus	»	1,3
Polygonum aviculare	1,5	1,3
P. Fagopyrum	1,25	1,3
P. Hydropiper	1,4	»
Atriplex hastata	1,5	1,6
Beta maritima	1,5	2,0
Beta vulgaris	3,2	4,3
Thesium humifusum	1,6	1,8
Mercurialis annua	1,3	1,5
Cakile maritima	2,2	2,2
Diplotaxis tenuifolia	1,4	1,3
Melilotus officinalis	»	1,6
Umbilicus pendulinus	1,8	»
Spergularia rubra	1,4	1,7

	Rapport $\frac{VT}{VM} > 1,25$.	
	Ep. supérieur.	Ep. inférieur.
Silene maritima....................	5,2	4,0
Eryngium maritimum..............	2,4	2,5
Solanum Dulcamara................	1,8	1,8
Lycium barbarum..................	1,5	1,5
Convolvulus arvensis...............	1,27	1,4
Plantago maritima.................	1,6	1,26
Lonicera Periclymenum............	1,0	1,4
Inula crithmoides..................	2,0	»
Senecio vulgaris....................	1,3	1,4

Les espèces pour lesquelles les variations n'ont pas atteint 1,25 sont :

Scolopendrium officinale.
Aspidium Filix-mas.
Polypodium vulgare.
Osmunda regalis.
Pteris aquilina.
Asplenium Trichomanes.
Blechnum Spicant.
Parietaria officinalis.
Salicornia herbacea.
Ranunculus sceleratus.
Ranunculus Ficaria.
Hypericum perforatum.
Euphorbia Peplis.
Euphorbia exigua.
Glaucium luteum.
Trifolium arvense.
Anthyllis vulneraria.
Lotus corniculatus.
Lychnis dioica.
Arenaria peploides.
Stellaria holostea.
Crithmum maritimum.
Apium graveolens.
Conium maculatum.
Hydrocotyle vulgaris.
Glaux maritima.
Samolus Valerandi.
Armeria maritima.
Ligustrum vulgare.
Plantago Coronopus.
Tussilago Farfara.

Les espèces dont les cellules épidermiques ont été plus grandes chez VT sont :

	Rapport $\frac{VM}{VT} > 1,25$.	
	Ep. supérieur.	Ep. inférieur.
Nasturtium officinale................	1,5	1,4
Medicago lupulina..................	1,5	1,7
Alsine media........................	1,3	1,5
Hedera Helix........................	1,4	»
Scrophularia aquatica...............	1,8	1,5
Aster Tripolium.....................	1,7	1,5
Bellis perennis......................	1,5	1,3

Ce qui ressort des observations précédentes, c'est que plus de la moitié des espèces restent indifférentes; les différences ne sont très accentuées que dans cinq ou six espèces.

De plus, quand il y a des différences, elles ne suivent pas régulièrement la variation d'épaisseur de la feuille. En effet, le *Cakile maritima*, par exemple, montre des cellules épidermiques 2 fois plus grandes en surface quand l'épaisseur totale est de 4 à 5 fois plus grande; le *Beta vulgaris* a des cellules épidermiques 3 à 4 fois plus grandes quand le rapport des épaisseurs de la feuille est $\frac{80}{30}$, c'est-à-dire de 8 à 3. Le *Silene maritima* présente bien des feuilles 4 fois plus épaisses chez VM avec des cellules épidermiques 4 à 5 fois plus grandes en surface (ceci ne soutient pas encore la proportionnalité); mais l'*Aster Tripolium*, avec une épaisseur de feuille 3 fois plus grande, n'a plus que des cellules épidermiques une fois et demie plus petites.

En somme, les cellules épidermiques ne peuvent rien donner de précis sur leurs rapports avec le voisinage de la mer.

Les stomates présentent les mêmes résultats que les cellules épidermiques.

Les poils ne m'ont rien donné. J'en excepte cependant les papilles de l'*Atriplex portulacoides*, qui se montrent bien plus développées chez VM que chez VT.

2° *La paroi externe des cellules épidermiques.* — Je n'ai constaté sur cette paroi que des différences extrêmement faibles. Deux fois seulement j'ai pu avoir pour VM une paroi deux fois plus épaisse, chez le *Silene maritima* et le *Cakile maritima*. Partout ailleurs le rapport des épaisseurs a été plus petit que 2, et, le plus souvent, il était très voisin de 1.

3° *Le mésophylle, les palissades.* — Dans le mésophylle, l'épaisseur peut augmenter par le développement en volume de toutes les cellules ou par formation d'un plus grand nombre d'assises; ces variations peuvent atteindre tout le mésophylle ou une partie

du mésophylle, et en particulier une forme spéciale de tissu, comme nous allons le voir pour les palissades.

Sur les 54 espèces ayant accusé une plus grande épaisseur dans la feuille de VM, 11 ont montré un égal développement de tous les éléments; ce sont :

Aspidium Filix-mas.
Polypodium vulgare.
Osmunda regalis.
Ruscus aculeatus.
Stellaria holostea.
Hydrocotyle vulgaris.
Glaux maritima.
Anagallis arvensis.
Linaria vulgaris.
Lonicera Periclymenum.
Senecio vulgaris.

7 espèces ont indiqué le développement des palissades en volume et en longueur, sans augmentation d'assises; ce sont :

Parietaria officinalis.
Salicornia herbacea.
Euphorbia exigua.
Mercurialis annua.
Diplotaxis tenuifolia.
Conium maculatum.
Glechoma hederacea.

5 espèces ont plus spécialement accusé une augmentation dans le nombre des assises palissadiques; ce sont :

Polygonum Hydropiper.
Ranunculus sceleratus.
Lychnis dioica.
Alsine media.
Apium graveolens.

31 espèces ont présenté une augmentation de volume et de longueur des palissades en même temps que les assises palissadiques ont été plus nombreuses; ce sont :

Polygonum aviculare.
Beta maritima.
Beta vulgaris.
Atriplex portulacoides.
Atriplex hastata.
Thesium humifusum.
Cakile maritima.
Nasturtium officinale.
Glaucium luteum.
Trifolium arvense.
Anthyllis vulneraria.
Lotus corniculatus.
Melilotus officinalis.
Arenaria peploides.
Spergularia rubra.
Silene maritima.
Eryngium maritimum (1).
Crithmum maritimum.
Samolus Valerandi.
Armeria maritima.

(1) Voir planche 7, fig. 3 et 4.

Solanum Dulcamara.
Lycium barbarum.
Ligustrum vulgare.
Scrophularia aquatica.
Plantago maritima.
Plantago Coronopus.
Bellis perennis.
Chrysanthemum maritimum.
Inula crithmoides.
Tussilago Farfara.
Aster Tripolium.

Si j'ajoute que 8 espèces ayant un mésophylle centrique au bord de la mer, le perdent pour devenir bifacial vers l'intérieur par disparition des palissades inférieures, j'aurai suffisamment prouvé que l'épaisseur de la feuille de VM est due au grand développement des palissades. Ces 8 espèces sont :

Beta maritima.
Thesium humifusum (1).
Glaucium luteum.
Anthyllis vulneraria.
Silene maritima.
Arenaria peploides.
Lycium barbarum.
Aster Tripolium.

Enfin remarquons que toutes les plantes du littoral que j'ai étudiées possèdent des palissades, que, chez la plupart, ces palissades sont extrêmement développées, et que presque toutes ces espèces ont leur mésophylle centrique.

Évidemment je laisse les Graminées de côté.

Il résulte clairement du rapprochement de ces faits que le voisinage du bord de la mer, en même temps qu'il détermine l'épaississement de la feuille, y provoque le développement exagéré du tissu palissadique.

Les lacunes et méats intercellulaires. — Si le tissu palissadique est plus développé, le mésophylle dans son ensemble présentera déjà des lacunes plus réduites, puisque ces palissades sont disposées de façon non pas à supprimer complètement les méats intercellulaires, mais au moins à les diminuer de beaucoup.

En dehors de cette considération, j'ai pu constater directement que, au bord de la mer, la feuille est moins lacuneuse que vers l'intérieur; j'ai figuré ce qui a rapport au *Scolopendrium officinale*, au *Lycium barbarum*, et au *Tussilago Farfara*. C'est encore

(1) Voir planche 7, fig. 1 et 2.

ce que j'ai pu observer directement dans les feuilles des espèces suivantes :

Scolopendrium officinale.
Aspidium Filix-mas.
Osmunda regalis.
Asplenium marinum.
Blechnum spicans.
Triglochin palustre.
Atriplex portulacoides.
Glaucium luteum.
Anthyllis vulneraria.
Lotus corniculatus.
Samolus Valerandi.
Lycium barbarum.
Scrophularia aquatica.
Tussilago Farfara, etc.
Aster trifolium.

(*A suivre.*)

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES

Par M. Léon FLOT (*Suite*).

II. — *Arbres à liège cortical sous hypodermique.*

Nous avons vu plus haut que dans le Cytise, le *Robinia* et le Kœlreuteria, le liège se produit en V dans une assise de cellules séparée de l'épiderme par 2-3 couches d'écorce. Cette situation du liège, je l'appellerai, pour abréger, sous-hypodermique. Examinons ce qui se passe dans la tigelle de ces arbres.

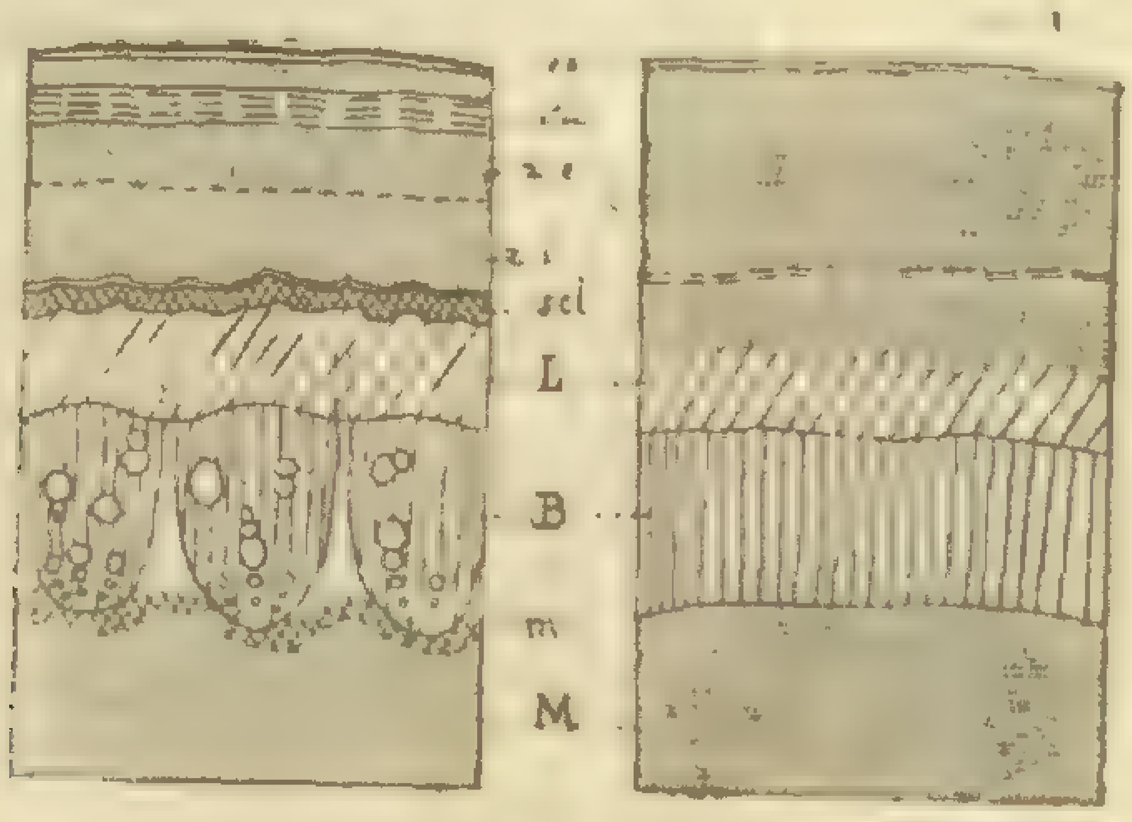


Fig. 18. — *Kœlreuteria paniculata*. — A gauche, la tige; à droite, la région tigellaire; L, liber; B, bois; M, moelle; *ép*, épiderme; *su*, liège; *z.e*, zone externe de l'écorce; *z.i*, zone interne; *scl*, sclérenchyme; *m*, parenchyme provenant du méristème interne.

Robinia. — Il est sous-hypodermique comme en V, mais la région externe meurt bientôt et est exfoliée, il n'en reste que des lambeaux.

Cytise. — Dans la tigelle apparaît de bonne heure un liège cortical qui exfolie 4-5 assises d'écorce.

Kœlreuteria. — En V, il y a 6-8 assises de liège, quelquefois avec 2 couches d'écorce secondaire. En T, le liège est profond,

de plus en plus vers le bas où il naît dans l'endoderme; le reste de l'écorce tombe; il se forme 10-12 assises d'écorce secondaire dans la partie inférieure de la tigelle (fig. 18).

III. — *Arbres à liège profond.*

V. — Le liège peut naître dans le cylindre central, soit dans l'assise sous-endodermique (*Ribes*), soit dans une assise péricyclique plus profonde. D'ordinaire, le péricycle se différencie, pour la plus grande partie, en sclérenchyme, et le stéréome ainsi formé se dispose soit en arcs scléreux au dos des faisceaux

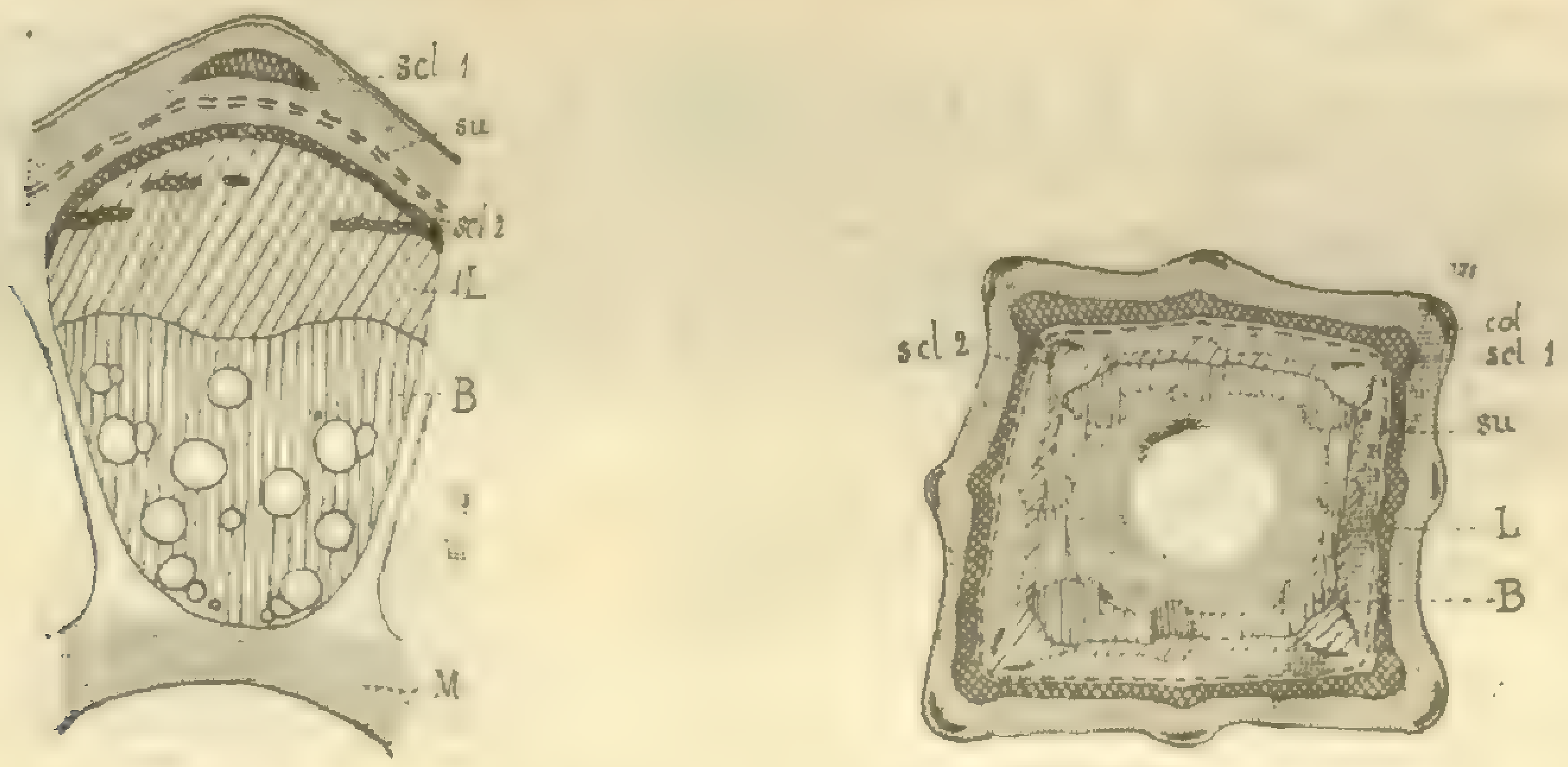


Fig. 19. — *Clematis Vitalba.* — A gauche, un rayon de la tige ; à droite, la région tigellaire; L, liber; B, bois; M, moelle; *scl.*1, sclérenchyme exfolié; *su*, liège *scl.*2, sclérenchyme secondaire; *col*, collenchyme.

(Vigne, Clématite) (pl. 3, fig. 1), soit en une couche continue (*Colutea*, *Lonicera*, *Berberis*).

A. — Les tiges de l'année sont quelquefois dépourvues de liège (Vigne (pl. 3, fig. 1). Plus généralement, ce tissu présente la même disposition qu'en V.

T. — Dans la tigelle, il y a des différences souvent importantes.

Vigne. — Le liège naît dans le péricycle exfoliant toute l'écorce et le sclérenchyme. Par suite du développement considérable du péricycle, l'écorce primaire est crevassée, réduite en lambeaux qui disparaissent bientôt, de sorte qu'il semble, au premier abord, que le liège tigellaire est cortical. En suivant son développement dans toute la longueur de la tigelle et dans

son premier entre-nœud, on voit nettement que son lieu d'origine est le péricycle (pl. 3, fig. 2).

Clématite. — Le liège se forme tard; la zone de cellules qui se trouve entre les faisceaux primitifs de sclérenchyme se mortifie après une sclérose plus ou moins intense et il se forme une assise de liège péricyclique au-dessous (fig. 19).

Colutea arborescens. — En V, le liège exfolie une partie du péricycle et les faisceaux scléreux primitifs; en A, il en est de même; mais en T, le liège n'est que cortical, apparaissant dans une assise moyenne de l'écorce.

Lonicera. — Le liège est aussi cortical dans la tigelle de cet arbuste (fig. 20).

Berberis. — En V, le liège exfolie la zone scléreuse primitive;

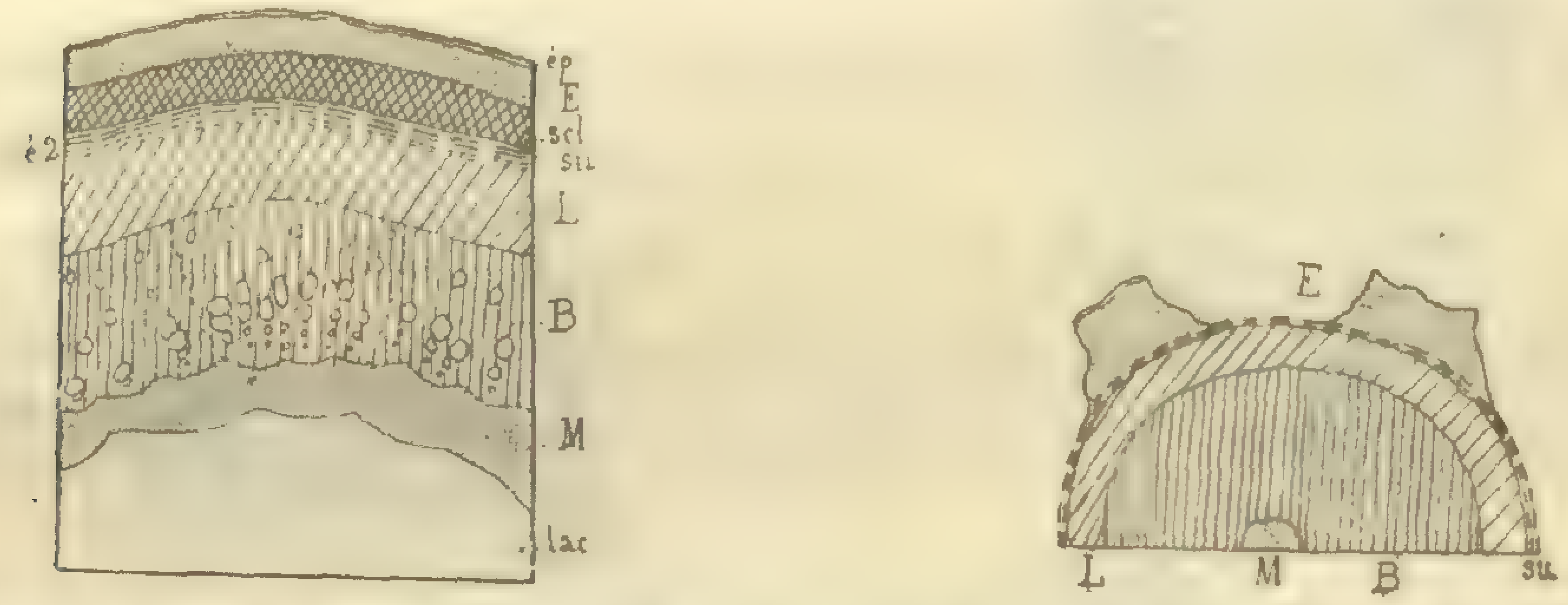


Fig. 20. — *Chèvrefeuille* (*Lonicera translucens*). — A gauche, la tige; à droite, la région tigellaire; E, écorce primaire; L, liber; B, bois; M, moelle; *ép*, épiderme; *scl*, sclérenchyme; *su*, liège; *é.2*, écorce secondaire; *lac*, lacune centrale.

de même en T, il passe au dos des faisceaux libériens et tue toute l'écorce et le péricycle sclérifié.

IV. — *Arbres ne produisant pas de liège dans la première année.*

Dans cette catégorie on trouve :

Indigofera dosua, Lierre, *Spartium junceum*, Houx, *Acer Negundo*, Eucalyptus, Cyprès.

Les plantes d'un an n'ont pas de liège.

Dans les tigelles on trouve, vers le bas, des écailles subéreuses dans le Houx et le Lierre; ajoutons les observations suivantes :

Indigofera. — La tigelle a un liège cortical profond, naissant

dans l'assise sus-endodermique et exfoliant l'écorce première qui est très peu développée.

Spartium. — Les branches de l'année, servant à la fonction chlorophyllienne, n'ont pas de liège, mais dans la tigelle il y a un liège cortical déchiqueté.

Acer Negundo. — Dans la région tigellaire on trouve un liège hypodermique, épais de cinq à six cellules.

Eucalyptus. — En V, sous l'épiderme, on voit quelques assises d'écorce secondaire (pl. 5, fig. 5), mais aucune d'elles ne donne la réaction du liège ; en A il n'y a pas de liège non plus ; mais T

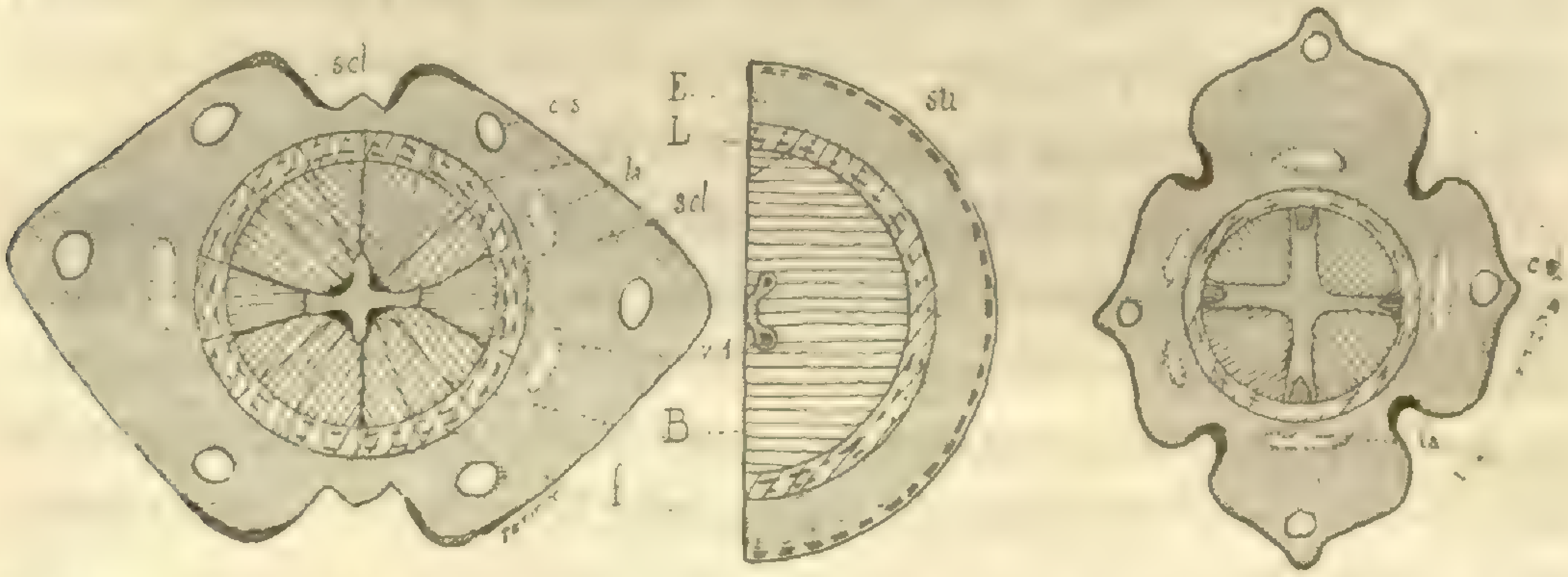


Fig. 21. — *Cyprès* (*C. sempervirens*). — A gauche, la tige de l'année d'un arbre âgé ; au milieu, la région tigellaire ; à droite, la région caulinaire d'une plante de l'année ; E, écorce ; L, liber avec assises de fibres ; B, bois (les pointes primaires en noir) ; *su*, liège ; *scl*, sclérenchyme ; c.s, canaux sécréteurs ; *la*, lacunes ; v.1, pointes primaires ; *f*, parenchyme foliaire.

possède un liège péricyclique ou cortical, avec une couche d'écorce secondaire (pl. 5, fig. 6).

Cyprès. — Dans la tige verticale on ne trouve pas de liège ; entre le parenchyme des feuilles et l'écorce de la tige on ne trouve que des lacunes (*la*, fig. 21). En A, on ne voit aucun liège, mais en T il y a un liège sous l'épiderme (fig. 21).

ÉCORCE.

Les différences existant entre les membres comparés portent surtout sur les tissus secondaires : aussi ne considérerai-je ici que l'écorce parvenue à l'état adulte, c'est-à-dire possédant tous les tissus qui proviennent de sa différenciation dans le cours de la première année.

1° *Zone externe.* — Chez tous les arbres il se produit d'assez bonne heure un changement de structure dans les cellules appartenant à la portion externe de l'écorce. Un nombre plus ou moins grand d'assises cellulaires épaissit ses cloisons et devient pour la plante un tissu de soutien, tout en restant doué d'une grande activité. L'épaisseur de cette *zone externe* peut varier de deux à huit assises.

V. — Les cellules qui la composent sont épaissies, tantôt sur toutes les faces (Noyer), tantôt sur les faces tangentielles seules (Noisetier), tantôt seulement sur les points qui touchent les méats (Ailante). Elles sont presque toujours plus petites que les autres cellules de l'écorce.

Très rarement cette zone manque (Eucalyptus).

L'épaississement est dû à un dépôt de collenchyme et la membrane présente toujours les réactions de la cellulose. La communication intercellulaire est assurée par des ponctuations ovales nombreuses, séparées les unes des autres par des bandes d'épaississement qui, lorsque la cellule est vue dans son entier, donnent à la membrane l'aspect réticulé.

Au milieu de cette zone, sont souvent disséminées des cellules scléreuses (Ailante, Hêtre, Olivier).

A. — La zone externe existe aussi en A. Les cellules sont souvent moins épaissies, mais en général elles présentent la même disposition qu'en V. Les ponctuations sont seulement différentes, souvent plus fines. L'épaisseur de la zone se réduit quelquefois à deux assises (Lierre, Olivier).

T. — Dans la tigelle la zone externe ne se différencie pas, ou du moins très tard et dans quelques arbres seulement (Bouleau). La zone interne est seule représentée.

2° *Zone interne.*

V. — La zone interne de l'écorce se compose de parenchyme à parois minces. Au point de vue qui nous occupe, je distinguerai simplement deux catégories de plantes.

Dans les unes la zone interne est formée de cellules *égales*, avec des méats assez grands, voire même avec des lacunes; cette

zone peut servir, dans toute son étendue, de lieu de réserve pour les substances amylacées (Marronnier, Ailante, Paulownia, Catalpa, Noisetier, etc.).

Dans les autres arbres, les cellules sont de deux sortes : les unes petites, isodiamétriques, à contenu riche en protoplasma, amidon, huile, suivant les espèces ; les autres plus grandes, vides, cristallifères, ou à contenu très peu abondant. Les petites cellules sont disposées en chapelets autour des grandes (Chêne, Noyer, *Kœlreuteria*). Dans le Noyer, les deux sortes de cellules forment, par leur arrangement, des compartiments dans l'écorce.

A. — En A, la zone interne est aussi composée de parenchyme mince, avec méats, lacunes, sauf un plus grand nombre de cloisons radiales. Quelquefois il y a aussi deux sortes de cellules (Noyer) : les petites, à contenu abondant ; les grandes, contenant des cristaux.

T. — Dans la tigelle, la zone interne décrite ci-dessus manque souvent par suite d'exfoliation.

Lorsque le liège est hypodermique, la zone interne se fait remarquer par le grand nombre de ses cloisons radiales, provenant de la multiplication des cellules par dédoublement tangentiel, à cause de l'accroissement de diamètre de la tigelle. L'écorce tigellaire est alors entièrement composée de parenchyme à parois minces ; elle est assez souvent divisée par plusieurs rangées de cellules mortifiées, écrasées (Frêne, Ailante, Sureau).

Lorsque le liège est cortical ou péricyclique, elle peut se reformer de deux façons :

1° Par prolifération des cellules restantes ; les cellules sont groupées irrégulièrement, ou régulièrement en bandes concentriques avec nombreuses cloisons radiales (Châtaignier, Chêne, Figuier, Sureau).

2° Par production d'écorce secondaire, dont les cellules se disposent en files radiales (*Kœlreuteria*, Orme, Peuplier, Hêtre). La couche d'écorce secondaire est généralement peu épaisse (2 à 3 assises), cependant dans le *Kœlreuteria* on peut compter 10 à 15 files radiales de cellules.

Un des caractères particuliers à l'écorce tigellaire consiste dans l'intensité de son développement, qui est souvent considérable, et dans l'accumulation des réserves (amidon, huile) qui s'y déposent à la fin de la période végétative.

3° *Endoderme.* — Ajoutons quelques mots au sujet de l'assise la plus interne de l'écorce, c'est-à-dire de l'*endoderme.*

L'endoderme est toujours peu distinct et son contenu amylacé abondant n'est même pas un caractère suffisant pour le faire reconnaître. Dans les arbres de la famille des Rosacées la distinction est cependant assez facile.

Il semblerait que dans la tigelle on pût facilement le reconnaître, mais il ne faut pas oublier que le liège y est très souvent endodermique ou péricyclique; que, par suite, l'endoderme se trouve rejeté à la périphérie avec l'écorce mortifiée et il est souvent très difficile de l'y distinguer.

Dans la tigelle de certaines Rosacées (Prunier) il forme à l'extérieur du liège une couche continue de grandes cellules.

Enfin, dans l'Eucalyptus, l'Olivier, le Châtaignier, l'endoderme est assez net (pl. 4, fig. 4), ainsi que dans les branches de *Spartium junceum.*

Résumé des caractères de l'écorce.

On peut résumer ainsi ce qui vient d'être dit de l'écorce.

Quand l'écorce est intacte, son épaisseur est généralement plus grande dans la tigelle que dans la branche ou dans la région caulinaire de la plante d'un an. Mais, au bout de peu de temps, une couche de liège, séparant une ou plusieurs couches de cellules, en diminue l'épaisseur et peut même la rejeter tout entière. On aperçoit alors au dessous de la couche subéreuse, devenue externe par la mort et la chute des cellules périphériques, le sclérenchyme et le parenchyme péricyclique. Ce dernier tissu joue alors le rôle du parenchyme cortical.

L'écorce de la région caulinaire de la plante d'un an est semblable par sa structure à celle d'une branche verticale d'arbre âgé : on y distingue une zone externe à parois épaisses et une

zone interne à parois minces. Dans la région tigellaire, tout le parenchyme est à parois minces.

Un liège plus ou moins profond, sans lenticelles lorsqu'il est extérieur, apparaît de très bonne heure dans la région tigellaire des plantes d'un an, et mortifie soit l'épiderme, soit une couche d'écorce plus ou moins épaisse, soit même l'écorce tout entière.

PÉRICYCLE.

Une grande partie du péricycle se différencie dans la majorité des arbres en une zone scléreuse continue ou fragmentée.

I. Parmi les arbres à zone scléreuse continue on peut citer :

Olivier, Houx, Frêne, Pommier, Prunier, Ailante, Noyer, Marronnier, Châtaignier, Bouleau, Noisetier, Hètre, Peuplier.

Cette zone n'est pas continue dans le principe ; il se forme d'abord, au dos de chaque faisceau, un arc en forme de croissant ou de portion de couronne, constitué par du péricycle épaissi ; ensuite, à des époques variables selon les plantes (de bonne heure dans les branches de dessous), cet arc devient scléreux. Puis, vers la fin de la période de végétation, vers le mois de septembre généralement pour V, les arcs scléreux primitifs, dont les pointes, par suite du développement du cylindre central, se sont parfois redressées, forment une couche épaisse de quatre ou huit cellules, interrompue en face des rayons principaux par des portions parenchymateuses. C'est alors que s'opère dans ces cellules péricycliques intercalaires une différenciation qui les transforme en cellules scléreuses de dimensions souvent très grandes, à parois très épaisses, ayant une forme elliptique, avec canalicules nombreux. Ces cellules sont toujours faciles à reconnaître, car elles ont, au minimum, trois fois le diamètre des fibres voisines, et ont leurs parois stratifiées d'une manière très apparente.

Le cylindre central se trouve alors soutenu par un anneau scléreux continu.

II. D'autres arbres ont leur sclérenchyme groupé par paquets de fibres situés au dos des faisceaux ; tels sont :

Vigne, Lierre, Épine-vinette, Paulownia, Clématite, Vigne-vierge.

On sait que dans la Vigne, la Clématite, les arcs scléreux primitifs sont exfoliés par une couche de liège péricyclique et remplacés par de nouveaux arcs de fibres scléreuses, situées au dos du liber et partageant même le compartiment libérien d'une façon régulière (Vigne), ou irrégulière (Clématite, Épine-vinette, par des bandes tangentielles de fibres. Dans le Chèvrefeuille le sclérenchyme primitif est aussi exfolié.

Quelquefois les fibres ou cellules scléreuses manquent complètement dans la branche de l'année (V); il en est ainsi dans le Groseillier, où le liège apparaît de bonne heure dans le péricycle. Cependant, à la fin de l'été, on peut distinguer, dans la couche de cellules produite par le jeu de l'assise méristématique subéro-corticale, des cellules à parois plus épaisses, cellulosiques, qui peuvent jouer le rôle de tissu de soutien. Ces cellules existent avec les mêmes caractères en A et en T: mais ici il n'y en a que deux rangs et elles sont moins épaissies.

Les faisceaux de liber interne de l'Eucalyptus sont pourvus de sclérenchyme formant une bande continue.

A. — Dans la plante d'un an, le sclérenchyme se développe de la même façon qu'en V, à cette différence près que les phénomènes y présentent moins d'intensité. Si le tissu scléreux est en arc dorsal ou en zone, son épaisseur est moindre. Les cellules scléreuses interfasciculaires peuvent exister (Châtaignier), mais, le plus souvent, elles ne se différencient pas (Marronnier, Bouleau, etc.). Dans le Lierre, V a des paquets de sclérenchyme, A n'en a pas trace.

T. — Dans la tigelle, les productions scléreuses éprouvent une réduction remarquable. Au dos des faisceaux on trouve, dans la plupart des cas, des fibres scléreuses en très petit nombre, de une à cinq (Paulownia, Catalpa, Eucalyptus (fig. 6, Pl. 5), Prunier, Olivier (fig. 22), Ailante, avec fibres très peu nombreuses; Bouleau, Noyer, Châtaignier (fig. 4, Pl. 4), avec fibres

plus nombreuses). Le sclérenchyme peut même manquer complètement, et cela peut arriver de deux façons :

1° Il ne se développe pas (Lierre, Groseillier, Frêne, Houx); dans ce cas, le péricycle est souvent abondant (Lierre, Groseillier, Houx).

2° Il se forme de bonne heure une zone de liège dans l'assise péricyclique moyenne, et le sclérenchyme est exfolié; on n'en trouve plus trace sur la tigelle adulte (Vigne, Vigne-vierge). Si parfois ce sclérenchyme existe, il est très peu abondant. C'est ainsi que dans la figure 2, planche 3, on peut voir une fibre unique au dos de chaque faisceau vasculaire.

III. Au point de vue histologique, il est bon de faire remar-

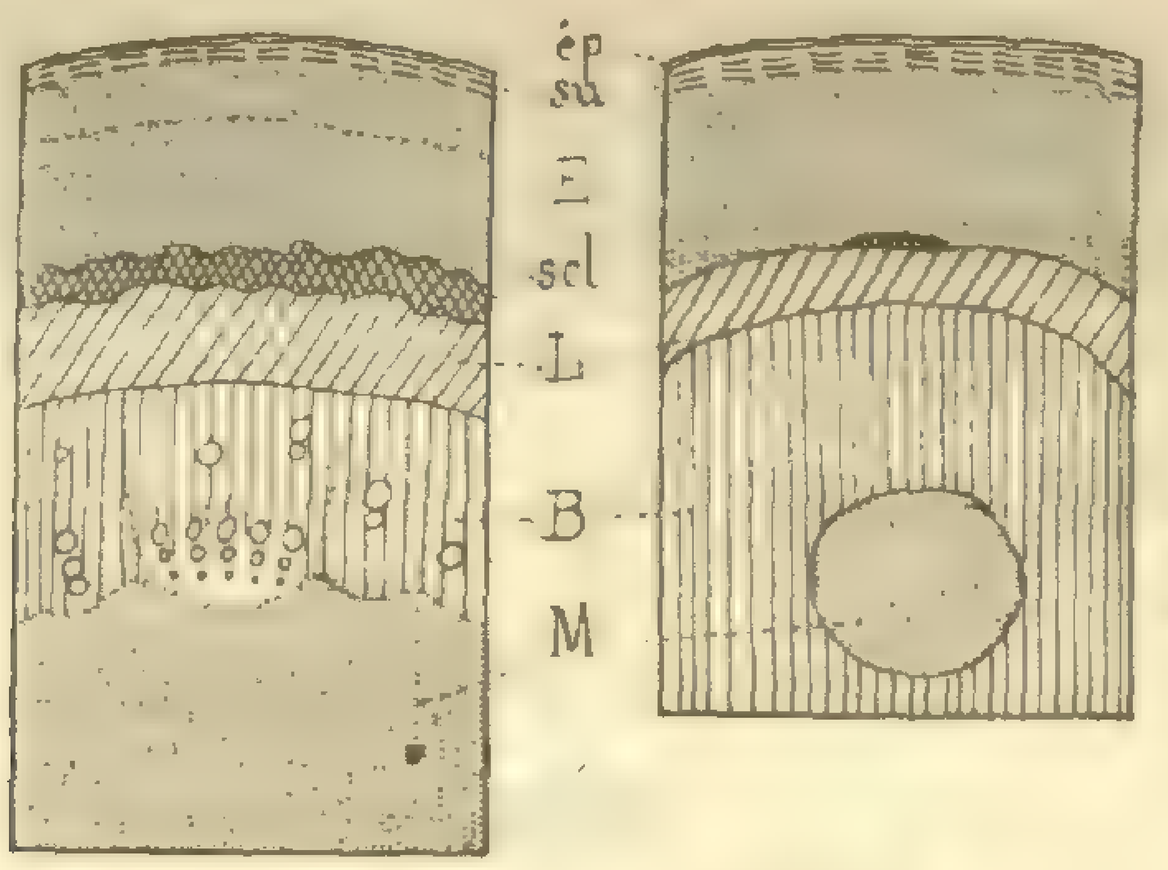


Fig. 22. — *Olivier*. — A gauche, la tige; à droite, la région tigellaire; E, écorce; L, liber; B, bois; M, moelle; *ép*, épiderme; *su*, liège; *scl*, sclérenchyme.

quer que si les fibres existent en T, elles sont rarement de même nature que celles de la tige; elles présentent souvent la réaction de la cellulose.

Dans la tige même il peut exister deux sortes de sclérenchyme à longs éléments. Dans le Prunier, par exemple, il se forme d'abord des fibres épaisses à section transversale circulaire, peu nombreuses; c'est ce qu'on peut appeler le sclérenchyme primitif. Celles qui viennent s'y ajouter, par suite du développement, sont moins épaisses avec la section polygonale. Dans la tigelle les premières seules existent.

IV. Enfin le péricycle peut jouer un rôle très important dans certaines tigelles, telles que celle de la Vigne et de la Vigne-vierge, où il remplace physiologiquement l'écorce exfoliée. Ici une couche de liège apparaît de très bonne heure dans l'assise

péricyclique externe et mortifie toute l'écorce. Alors les cellules péricycliques restantes prolifèrent abondamment et forment en définitive une couche qui n'a pas moins de 20-25 assises de

Fig. 23. — *Vigne-vierge*. — A gauche, la tige ; à droite, la région tigellaire. — E, écorce ; L, liber ; B, bois ; M, moelle ; P, péricycle ; *ép*, épiderme ; *su*, liège ; *z.e*, zone interne de l'écorce ; *z.i*, zone externe ; *scl*, sclérenchyme ; *m*, parenchyme produit par le méristème interne.

cellules, toujours gorgées d'amidon. Cette grande abondance du parenchyme forme la caractéristique des tigelles de ces plantes, car dans la tige, le péricycle et l'écorce réunis présentent à peine 5-8 cellules d'épaisseur (fig. 23 et 2, Pl. 3).

LIBER.

La structure du liber est tellement connue dans les arbres étudiés ici que je me bornerai à citer les particularités qu'il peut présenter en A et en T.

En A il est moins développé, quoique ayant toujours la même composition générale. Très souvent on n'y trouve aucune trace de liber primaire écrasé. La forme des compartiments peut aussi être quelque peu différente, mais il n'y a là rien de bien important.

En T le liber est peu développé et les compartiments ne sont représentés d'une manière bien nette que dans quelques arbres. Les tubes y sont rares, par petits îlots disséminés dans le parenchyme, quelquefois sous forme de cellules recloisonnées (*Acer pseudo-Platanus*), ou bien encore diffluent au milieu du péricycle très développé (Vigne, Vigne-vierge) (fig. 2, Pl. 3).

Le liber peut produire normalement des couches de fibres qui traversent tangentiellement les compartiments (Chêne,

Vigne, Clématite, Noyer, Épine-vinette); en A ces couches de fibres se montrent quelquefois dans les points de plus fort accroissement radial, mais elles sont moins développées qu'en V. Dans la Vigne la plante d'un an n'en a pas (fig. 1, Pl. 3). La tigelle ne présente jamais ces zones de fibres.

Dans l'Épine-vinette la tigelle n'est surmontée que du bourgeon terminal et les deux faisceaux libériens sont alternes avec les deux faisceaux ligneux.

L'Eucalyptus possède un liber interne qu'on trouve bien développé en V et en A (fig. 5, Pl. 5). Ce liber est produit par le jeu d'un méristème interne dont le point de départ (en A), en direction longitudinale, paraît être le deuxième ou le troisième entre-nœud, car à cette hauteur la différenciation en est achevée, tandis que plus haut et plus bas on trouve des traces du méristème. Mais dans la tigelle on ne trouve pas de liber interne ; la moelle y est du reste fort réduite (fig. 6, Pl. 5).

Cette absence de liber interne n'est pas générale, car dans l'Amomon (*Sison Amomon*) la tigelle présente en dedans du cercle ligneux des îlots libériens bien caractérisés.

Le liber présente dans la tigelle de quelques arbres une disposition remarquable. Si l'on fait une coupe transversale d'une tigelle de Figuier, on voit les faisceaux libériens former des triangles, allongés radialement, qui occupent une grande partie (la moitié) de la zone extra-ligneuse et sont bien distincts du parenchyme environnant (fig. 2). Chaque triangle est constitué jusque vers la moitié de sa hauteur par du parenchyme et des tubes criblés.

L'active division trirectangulaire des cellules entre les faisceaux est remarquable; on peut voir aussi dans l'écorce quelques fibres scléreuses éparses.

(A suivre.)

REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES

PUBLIÉS EN 1888, ET POUR UNE PARTIE EN 1889 (*fin*).

III. — PHÉOPHYCÉES (*suite*).

M. Reinsch considère la classification actuelle des Sporochnoïdées comme étant tout à fait provisoire (1). Pour le moment, et à l'occasion de la découverte de deux espèces nouvelles de *Desmarestia* provenant de la Géorgie (*D. pteridoides* et *D. Willi*), il propose un groupement des espèces actuellement connues en quatre sections, d'après la forme et la structure des rameaux de dernier ordre; la première comprend les *D. ligulata* et *herbacea*; les *D. aculeata*, *Rossii*, *pteridoides* appartiennent à la seconde; le *D. Willi* est le type de la troisième; la quatrième comprend les *D. viridis*, *chordalis* et peut-être le *D. media* de Greville.

Le nouveau genre *Microcoryne* décrit par M. Strömfelt (2) appartient à la famille des Chordariées, il se place à côté des *Eudesme* dont il se distingue par ses filaments périphériques différenciés par rapport à un axe central et par la présence de sporanges pluriloculaires; le *M. ocellata* (fig. 24) est une Algue de 2-5 millimètres de haut; ses sporanges pluriloculaires ont 50 à 60 μ de long, sur 5-10 μ de large. L'auteur décrit en même temps quelques autres plantes nouvelles : *Strangularia pusilla*, *Phycocelis fœcunda*, etc.

Fig. 24. — *Microcoryne ocellata*.

Le *Pylaiella fulvescens* Bornet (3) a été distribué dans les *Algæ Schousboeanæ* sous le nom d'*Ectocarpus fulvescens*; cette petite espèce n'est pas rare à Biarritz; M. Bornet n'y a observé que des sporanges uniloculaires; les zoospores y atteignent des dimensions qu'on n'a observées jusqu'ici chez aucune Phéophycée; elles peuvent avoir, en effet, jusqu'à 35 μ de long; elles peuvent germer sans copulation préalable.

Le port de la plante, son mode de végétation, la dimension de ses zoospores l'éloignent assez des espèces ordinaires du genre *Pylaiella*, telles que le *P. littoralis*, pour que M. Bornet établisse un sous-genre *Bachelotia*; il

(1) Flora, 1888, n° 12.
(2) Notarisia, III, 1888, n° 9, p. 381-384, av. 1 pl.
(3) Revue génér. de Botanique, I, 1888, p. 5-10, av. 1 pl.

comprend pour le moment les *P. fulvescens*, *P. nana* Kjellmann et une troisième espèce décrite par Crouan sous le nom d'*Ectocarpus Hooperi*.

M. R. G. Fragoso (1) décrit également une nouvelle espèce d'*Ectocarpus* (*E. Lagunæ*) des environs de Cadix.

M. Bornet (2) décrit une nouvelle espèce de Laminaire découverte à Minorque par M. Rodriguez (fig. 25); son stipe pourvu d'un cercle de canaux gommeux la place dans le groupe dont M. Kützing a fait le genre *Hafyggia;* elle s'y range à côté des *L. japonica* et *Sainclairi*, qui ont, comme elle, un thalle rampant, prolifère. Des cinq espèces de Laminariées qui ont été signalées dans la Méditerranée, le *L. Rodriguezii* est la seule qui soit spéciale à cette mer, la seule aussi dont l'indigénat ne soit pas contestable. Après elle, le *Phyllaria reniformis* est l'espèce dont les stations présentent le plus de constance et de fixité; les trois autres (*Saccorhiza bulbosa*, *Phyllaria purpurascens*, *Laminaria saccharina*) se rencontrent d'une manière inconstante, dans le voisinage et à l'intérieur des ports. C'est un fait remarquable que, par son mode de végétation, le *Laminaria Rodriguezii* s'éloigne de toutes nos espèces atlantiques et ressemble à des espèces qui toutes habitent l'océan Pacifique.

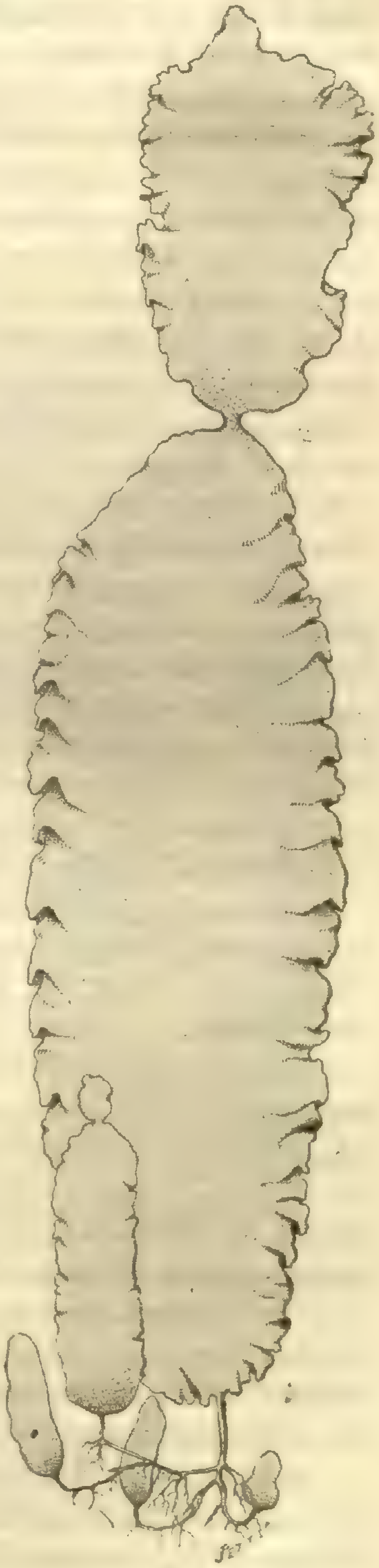


Fig. 25. — *Laminaria Rodriguezii.*

IV. — CHLOROPHYCÉES.

Il n'est pas facile de grouper méthodiquement les familles dont l'ensemble forme le groupe des Chlorophycées; M. de Toni, en annonçant la publication qu'il vient de faire de la première partie du *Sylloge Algarum*, publie la manière dont il entend disposer ces familles (3); il les groupe en quatre ordres : les Confervoïdées, subdivisées en Oogames (Œdogoniées, etc.) et Isogames; les Siphonées, les Protococcoïdées et les Desmidioïdées. M. Hansgirg (4) cherche à grouper les genres de Confervoïdées; une première subdivision comprend celles de ces plantes dont les cellules sont normalement multinucléées (Sphæropléées); dans une deuxième sont réunies

(1) Anales de la Sociedad Espan. de Hist. Nat., XVI, p. 441-442.
(2) Bull. de la Soc. botan. de France, XXXV, p. 361-366, av. 1 pl.
(3) Notarisia, III, 1888, p. 447-453.
(4) Hedwigia, 1889, p. 12-17.

les plantes dont les cellules végétatives sont ordinairement uninucléées à l'état jeune, qui sont habituellement bi-multinucléées à l'état adulte (Confervacées); le troisième groupe comprend toutes les Confervoïdées uninucléées à l'état adulte, quels que soient les caractères fournis par les organes reproducteurs; ceux-ci ne servent qu'à caractériser les familles.

M. de Toni (1) croit que l'ancien genre *Chionyphe* créé par Thienemann ne représente qu'un protonéma de mousse; cependant M. de Toni n'a pas vu d'échantillon de la plante de Thienemann; le même auteur (2) établit l'identité du genre *Pilinia* créé par Kützing en 1843 avec l'*Acroblaste* établi par M. Reinsch en 1879 pour des plantes du groupe des Confervoïdées. M. de Wildeman (3) annonce que le genre *Bulbotrichia* doit disparaître de la nomenclature algologique; le *B. orokoensis* Wolle est un Lichen voisin du *Calycium chlorinum*.

M. Cramer a étudié quelques-uns des types les plus remarquables de Siphonées verticillées sur la structure desquels il nous révèle d'intéressants détails (4). On ne sait presque rien sur les moyens de reproduction de ces plantes, si ce n'est pour l'*Acetabularia* et le *Dasycladus*. Il ne paraît pas douteux à M. Cramer que les *Neomeris* et *Cymopolia* n'aient leur place marquée au voisinage le plus immédiat des *Dasycladus* et *Coccocladus*; il ne lui semble pas moins certain que les Siphonées verticillées ou Dasycladées doivent être divisées en deux sous-familles :

1° Acétabulariées (*Polyphysa*, *Acetabularia*);

2° Dasycladées (*Dasycladus*, *Neomeris*, *Cymopolia*).

Le *Botrydium* appartient à un groupe différent; cependant, ce n'est pas parmi les Siphonocladiacées, telles que les comprend M. Schmitz, qu'il convient de le placer; M. Cramer en fait un groupe monotype voisin des Dasycladées.

Le genre *Avrainvillea* créé en 1842 par Decaisne ne paraît pas avoir été connu tout d'abord comme il le méritait, si l'on en juge par les noms multiples qu'ont reçus les plantes de ce genre; la même année, en effet, Chauvin donnait à la même plante le nom de *Fradelia fuliginosa*; Zanardini, Bailey, Harvey et M. Kützing ont successivement donné les noms génériques de *Chlorophlegma*, *Rhipilia*, *Chlorodesmis* à des plantes qu'on sait maintenant être des *Avrainvillea*; ces plantes appartiennent toutes aux mers tropicales et habitent assez volontiers les endroits profonds.

MM. Murray et Boodle (5) rattachent le genre *Avrainvillea* aux *Penicillus*: il est étroitement uni aux *Udotea*. On en connaît sûrement huit espèces : *A. nigricans* Dec. (*Fradelia fuliginosa* Chauvin, *Rhipilia Dawsoni* Dickie); *A. longicaulis* (*Avrainvillea sordida* var. longipes Crouan); *A. sordida* Crouan; *A. Mazei*; *A. papuana* (*Chlorophlegma papuanum* Zanardini); *A. lacerata* J. Agardh (*Udotea lacerata* Harvey); *A. obscura* J. Agardh; *A. comosa*. Il faut y joindre probablement l'*A. cæspitosa* (*Chlorodesmis* J. Agardh), et

(1) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VII, p. 28-30, 1889.
(2) Notarisia, IV, 1889, p. 653.
(3) Bull. Soc. R. de Bot. de Belg. XXVII, 1888.
(4) Denkschriften d. Schweiz. Naturf. Ges. in Zurich., XXX, 50 pages in-4. av. 5 pl.
(5) Journal of Botany, XXVII, 1889, p. 67-72. av. 2 pl.

peut-être le *Chlorodesmis major* Zanardini rentre-t-il dans le même genre.

Le genre *Struvea* fut établi en 1845 par Sonder pour une espèce qu'il nomma *S. plumosa*. Harvey y ajouta le *S. macrophylla*; M. Kützing en ajouta deux encore ; mais l'une d'elles est l'*Apjohnia læte-virens* Harvey ; depuis, quelques formes nouvelles ont été recueillies en différents points des mers chaudes et nommées, si bien que nous devons considérer comme très incomplets les renseignements que M. Agardh donnait sur les *Struvea* dans sa récente monographie des Siphonées. On ne connaît jusqu'ici d'organes reproducteurs chez aucune des espèces de ce genre remarquable; cette circonstance rend sa position systématique incertaine parmi les Siphonées; il est voisin, ce n'est pas douteux, des *Chamædoris* et *Apjohnia*, mais MM. Murray et Boodle (1) pensent aussi qu'il n'est pas éloigné des *Valonia* et qu'il pourrait être considéré d'autre part comme formant un terme de passage aux *Cladophora* et aux *Spongocladia*. Les noms de *Phyllodictyon*, *Pterodictyon*, *Cormodictyon* deviennent synonymes de *Struvea;* le genre comprend six espèces : *S. plumosa* Sonder, *S. macrophylla* Harvey, *S. ramosa* Dickie, *S. pulcherrima*, *S. tenuis* Kützing (fig. 26), *S. delicatula* Kützing; toutes sont tropicales.

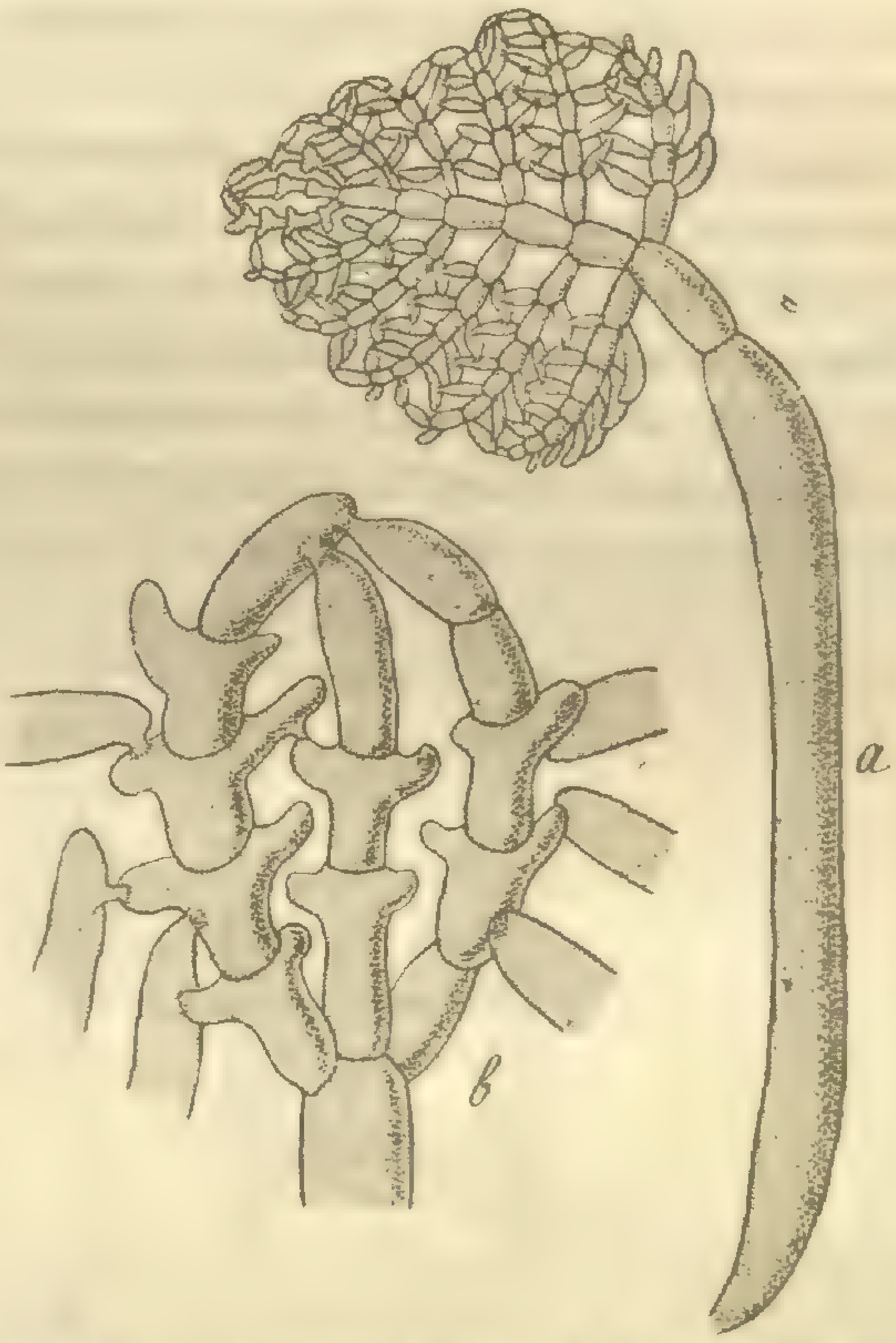


Fig. 26. — *Struvea tenuis : a*, thalle entier ; *b*, fragment de la fronde plus grossi.

Le *Boodlea*, nouveau genre établi par MM. Murray et de Toni (2), est une Siphonée marine voisine des *Microdictyon* et des *Struvea;* le thalle en est spongieux, formé de filaments confervoïdes régulièrement articulés, à rameaux dirigés dans toutes les directions de l'espace, ce qui la distingue des *Microdictyon;* ces rameaux sont d'ailleurs soudés les uns avec les autres comme le sont ceux des *Struvea:* le *B. coacta* provient des mers du Japon; il a été primitivement décrit par Dickie sous le nom de *Cladophora coacta*.

Zanardini a donné le nom de *Spongodendron* à deux plantes qu'il a nommées *S. crassum* et *S. dichotomum;* l'étude des échantillons originaux a prouvé à MM. Murray et Boodle (3) que le *Spongodendron* fait double emploi avec le genre *Spongocladia* Areschoug, qu'il faut adopter pour se conformer à la loi de priorité. C'est parmi les Cladophorées et probablement tout près des *Cladophora* que ce genre a sa place ; c'est à de simples apparences qu'il

(1) Annals of Botany, II, nº VII, p. 265-282, av. 1 pl., 1888.
(2) Malpighia, III, p. 14-17, 1889.
(3) Annals of Botany, II, nº 6, p. 169-175, 1888, et III, 1889.

doit d'avoir été confondu avec les Siphonées. On connaît actuellement trois espèces de *Spongocladia*, le *S. vaucheriæformis* Areschoug (*Spongodendron crassum* Zanardini), *S. dichotoma* (*Spongodendron* Zanardini) et *S. neocaledonica* Grunow; toutes appartiennent aux mers tropicales.

Le *Botrydiopsis arhiza* Borzi (1) est une Algue aquatique formée de cellules libres parfaitement sphériques, à noyau unique, à chromatophores pariétaux. La reproduction se fait par zoospores asexuées, par isogamètes et par une division des cellules végétatives en corps immobiles mis ultérieurement en liberté par la dissolution de la membrane. Ce nouveau genre se place entre le *Botrydium* et l'ancien genre *Hormotheca* Borzi, qui devient le *Bumilleria* Borzi.

A cette occasion, M. Borzi résume la classification des Chlorophycées qu'il comprend dans la cohorte des *Confervales*; il les répartit entre trois familles : 1° Sciadiacées (*Characiopsis* gen. nov., *Peroniella* Gobi, *Chlorothecium* Borzi, *Mischococcus* Nägeli, *Sciadium* Braun); 2° Confervacées (*Conferva*, *Dictyotele* Borzi); 3° Botrydiacées (*Bumilleria*, *Botrydiopsis*, *Botrydium*).

Après avoir résumé l'histoire du *Sphæroplea* et confirmé la plupart des faits établis par M. Cohn et revus récemment par M. Heinricher, M. Rauwenhoff (2) étudie en détail quelques phénomènes qui n'ont pas été suffisamment élucidés par ses devanciers.

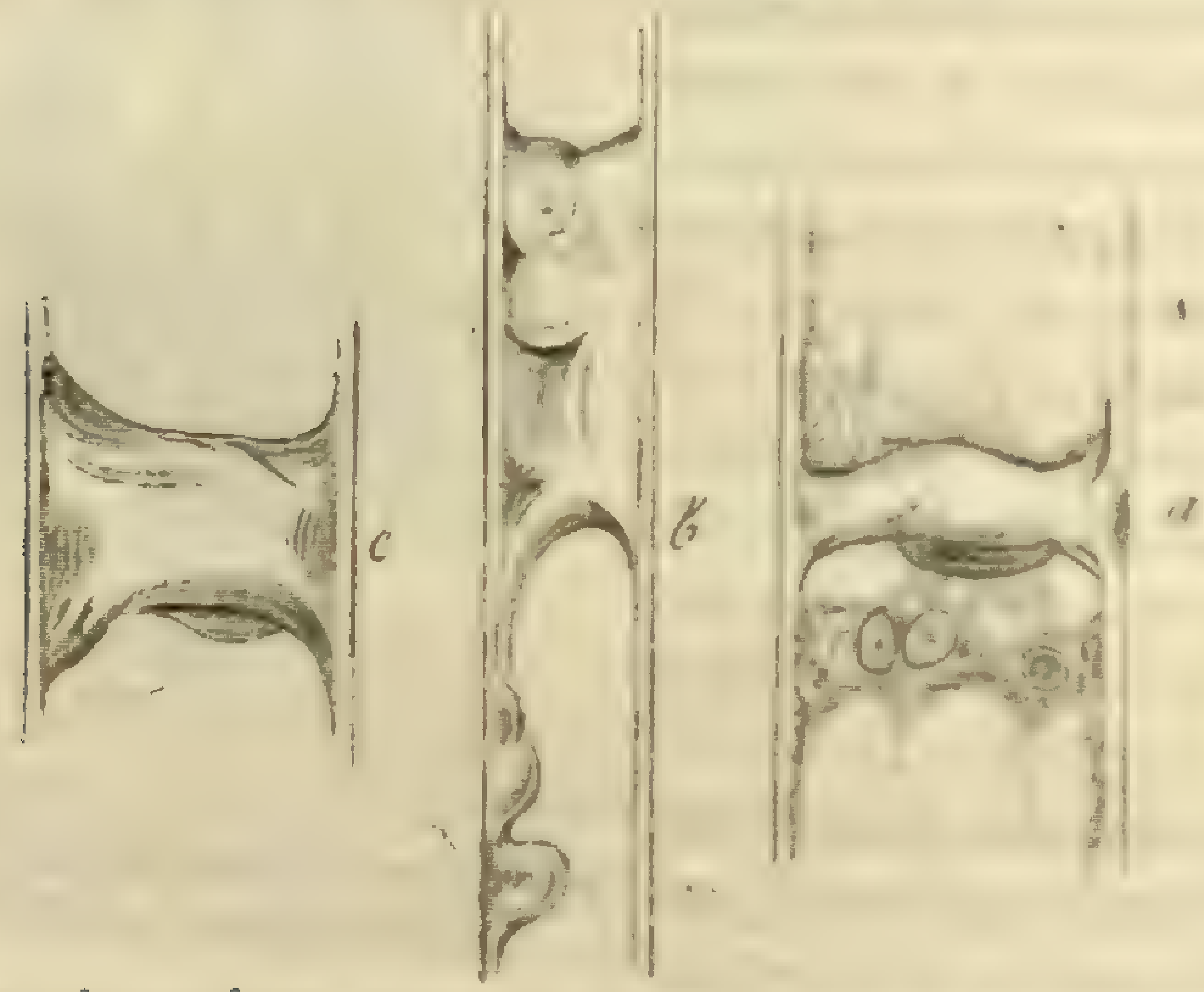


Fig. 27. — *Sphæroplea*. — Épaississements cellulosiques : *a*, *b*, *c*, cloisons cellulosiques épaisses et excroissances des parois ; en *a* on voit en outre quelques noyaux.

La membrane externe de l'œuf fécondé est fortement cutinisée et résiste même à l'action de la potasse; la membrane lisse interne est formée de cellulose pure. Les œufs peuvent conserver leurs facultés germinatives pendant plusieurs années ; au moment où la vie se manifeste en elles, le contenu se divise pour former les zoospores ; elles produisent en germant un filament fusiforme atténué à ses deux extrémités en un long flagellum immobile. La plante s'allonge beaucoup avant qu'il y apparaisse une seule cloison; les cloisons se produisent d'ailleurs à des époques très variables, sui-

(1) Boll. della Soc. ital. dei Microscopisti arcireale, I, p. 60-78, 1889.
(2) Archives néerlandaises, XXII, 54 pages et 2 pl.

vant l'âge de la plante et l'activité de la végétation ; elles sont épaisses, irrégulièrement plissées et marquées de couches parallèles ; elles sont closes dès le début, ou bien commencent par un bourrelet annulaire qui s'accroît peu à peu et s'oblitère finalement. Il se produit, en outre, en des points quelconques des parois, des excroissances cellulosiques qui remplissent parfois la cavité cellulaire sur une certaine longueur (fig. 27) ; ces excroissances n'ayant pas été signalées par M. Cohn, M. Heinricher a pensé que la forme étudiée par lui est une variété adaptationnelle du *Sp. annulina*, à laquelle il a donné le nom de *crassisepta ;* M. Rauwenhoff n'est pas éloigné d'accepter cette manière de voir. Les cellules adultes renferment une multitude de très petits noyaux, comme l'avait annoncé déjà M. Heinricher ; les anthérozoïdes en possèdent chacun un ; au contraire, plusieurs noyaux paraissent se fusionner en un seul pour devenir le centre d'un œuf.

On connaît peu le développement des Confervacées, parmi lesquelles M. Lagerheim range le genre *Binuclearia*, *Chætomorpha*, *Conferva*, *Hormiscia*, *Microspora*, *Rhizoclonium*, *Ulothrix*, *Urospora* (1) ; il a étudié à ce point de vue les *Microspora* et les *Conferva ;* l'auteur pense que M. Wille et M. Kirchner ont eu tort de ne pas maintenir la distinction de ces deux genres établie par Thuret ; les chromatophores des *Conferva* sont discoïdes et ne renferment pas d'amidon ; ceux des *Microspora* ont la forme de rubans et contiennent de l'amidon ; les grandes zoospores des *Microspora* ont deux ou quatre cils, elles n'en ont qu'un chez les *Conferva ;* en germant les zoospores des *Microspora* passent à l'état de repos, tandis qu'elles se développent aussitôt en filament chez les *Conferva*. Il est certain que les *Microspora* et *Conferva* sont des Algues complètement développées et non des stades de développement, comme M. Borzi l'admet pour le *C. bombycina ;* cultivée sans interruption depuis 1882, cette espèce n'a subi aucune modification.

MM. Wildeman (2), de Toni (3) et Hansgirg (4) se sont engagés dans une longue discussion au sujet des *Trentepohlia* et de quelques plantes voisines.

C'est à tort, dit M. de Wildeman, qu'on a tiré un caractère spécifique de la présence de gamétanges (?) pédicellés chez certains *Trentepohlia ;* ce caractère se retrouve plus ou moins accidentellement dans plusieurs espèces d'Europe connues depuis longtemps, et même dans la plus vulgaire de toutes, le *T. aurea*, dont le *T. uncinata* Gobi n'est qu'une forme ; M. de Wildeman décrit à cette occasion trois *Trentepohlia* nouveaux du Chili et de Ceylan.

M. de Toni identifie le *Phyllactidium tropicum* Möbius, épiphyte sur les feuilles d'Orchidées, avec son *Hansgirgia flabelligera*. Le rapprochement de ces deux plantes n'est pas justifié, suivant M. Hariot (5). Ces deux plantes sont voisines du *Mycoidea parasitica* Cunningham, mais elles en diffèrent pourtant par quelques caractères faciles à constater ; le *Mycoidea* possède

(1) Berichte d. deutsche botan. Ges., V, p. 409-417.
(2) Bull. Soc. Roy. de Botan. de Belgique, XXVI et XXVII.
(3) Notarisia, III, p. 517 et 581 ; Bull. Soc. Roy. de Botan. de Belgique, XXVII ; Real. Acad. dei Lincei, 1888, p. 281 ; Bot. Centralblatt, 1889, nº 33.
(4) Hedwigia, 1889, p. 12-17 ; *Flora. Neue Reihe*, XLVII, 1889, p. 56-59.
(5) Journal de Botanique, III, p. 286, 1889.

des rhizoïdes qui le fixent au substratum et qu'on ne trouve ni dans le *Phyllactidium* ni dans l'*Hansgirgia*.

M. de Toni pense d'ailleurs que l'*Hansgirgia* constitue un type parfaitement distinct qui ne saurait être immédiatement rapproché d'aucun autre; il est le seul représentant de la famille des Hansgirgiacées de Toni, intermédiaire aux Chroolépidées et aux Cladophorées.

L'auteur que nous venons de citer éloigne complètement cette plante des *Phycopeltis* qui se reproduiraient par zoospores asexuées, tandis que l'*Hansgirgia* aurait des gamètes mobiles; cette discussion n'a pas jusqu'à présent jeté beaucoup de lumière sur la question.

Tous les *Entocladia* connus jusque là étaient marins. M. Lagerheim a découvert l'*E. gracilis* sur ou dans les cellules du *Cladophora fracta* croissant dans les eaux douces; cette plante a des zoospores et des isogamètes. Dans un précédent travail, M. Hansgirg avait rangé les *Entocladia* parmi les Chætophoracées; il en fait maintenant (1) des Trentopohliacées, tout en admettant qu'on pourrait en faire une famille intermédiaire comprenant en outre les *Endoclonium*, *Chætonema* et *Bolbocoleon*.

Le *Chætopeltis minor* est une plante d'eau douce qui a le port des *Coleochæte*; M. Möbius (2) n'y a observé que des isogamètes qui se forment au nombre de quatre ou huit dans des cellules quelconques du thalle; les gamètes sont biciliés et munis d'un point oculiforme. M. Berthold a placé les *Chætopeltis* à côté des *Phycopeltis*; c'est aussi l'avis de M. Möbius; il pense que la place de ces deux genres est marquée près des Chætophoracées avec les *Mycoidea* et *Phyllactidium*.

Le *Pringsheimia* Reinke (3) a aussi le port des *Coleochæte*: il vit sur le thalle de diverses Floridées et Phéosporées de la Baltique; il se reproduit par de grosses zoospores biciliées et par des isogamètes de même forme que les zoospores, mais quatre fois plus petites. Le *Pringsheimia* est très voisin des *Chætopeltis*; mais le type de ce genre a des zoospores à quatre cils. Peut-être le *C. minor* Möbius est-il un *Pringsheimia*: la forme sexuée, la seule qu'ait observée M. Möbius, répond certainement mieux à la notion de *Pringsheimia* qu'à celle de *Chætopeltis*.

Le *Cladophora pygmæa* Reinke est le type d'un sous-genre *Chamæthamnion*: c'est une plante ne dépassant pas 1 millimètre de hauteur.

L'*Epicladia Flustræ* Reinke est une Cladophorée qui couvre la surface des Flustres d'un lacis de filaments très fins; ils finissent par se souder en une lame pseudo-parenchymateuse; l'*Epicladia* se reproduit par zoospores.

Le *Blastophysa Rhizopus* Reinke appartient encore au même groupe; cette plante, composée de grosses vésicules très irrégulières, à membrane tantôt mince, tantôt très épaisse, vit dans les disques basilaires de diverses Algues; le protoplasme polynucléé renferme de nombreux chromatophores tabulaires polygonaux, dont quelques-uns entourent un pyrénoïde. Le contenu de la vésicule se divise, la membrane se dissout et met en liberté les

(1) Flora, 1888, nº 14 et 33 av. 1 pl.
(2) Berichte d. deutsche bot. Ges., VI, p. 242-248, av. 1 pl., 1888.
(3) *Algenflora der Westlichen Ostsee*, etc., et *Atlas deutscher Meeresalgen*; voy. p. 46, note 1 et 2.

produits de la division, qui deviennent autant de vésicules nouvelles.

Le genre *Uronema* Lagerheim (1) paraît être un des nombreux termes de passage entre les Chætophoracées Wittrock et les Ulotrichées Rabenhorst : l'*U. confervicolum* a le port d'un *Ulothrix;* il se reproduit par de grandes zoospores, ordinairement isolées dans chaque cellule et par des aplanospores immobiles dont l'auteur n'a pu suivre le développement. M. Lagerheim rapproche de l'*Uronema* le *Stigeoclonium simpliciusculum* Reinsch, tout en les distinguant spécifiquement.

Le genre *Hormidium* a été créé par M. Kützing pour des Chlorophycées filamenteuses qu'il rangea plus tard parmi les *Ulothrix*, dont elles ont toutes les apparences. Les botanistes s'accordent aujourd'hui à considérer les *Hormidium* comme constituant une section du genre *Ulothrix :* elle comprend toutes les espèces aériennes de ce genre. M. Gay étudie trois de ces espèces, et trouve dans la structure cellulaire des caractères plus fixes que ceux que fournissent la forme du thalle, le mode de cloisonnement, la dimension des cellules et, en général, l'ensemble des caractères plus facilement accessibles à la vue (2). M. Gay donne des diagnoses nouvelles des *Ulothrix radicans, parietina* et *crenulata* de M. Kützing beaucoup plus précises que les diagnoses classiques de M. Kützing; il y joint quelques données synonymiques basées sur l'examen d'échantillons authentiques; il ressort, en somme, de ce travail, que la structure cellulaire fournit les caractères les moins sujets à varier à travers les transformations morphologiques que peuvent subir les Algues au cours de leur développement.

Il en ressort aussi que le polymorphisme attribué aux genres *Ulothrix* et *Prasiola* doit être beaucoup réduit. Les thalles filamenteux qui se transforment en *Schizogonium* ne représentent pas des *Ulothrix*, mais des *Schizogonium* dans l'une des phases de leur développement. Les *Schizogonium* eux-mêmes ne se transforment pas en *Prasiola;* ces deux genres sont bien autonomes; mais le *Prasiola crispa* établit entre eux un passage et met en évidence le lien de parenté qui les unit. Il n'y a pas davantage de relations entre le genre *Pleurococcus* et les genres *Schizogonium* et *Prasiola*.

Le *Dermatophyton radicans* Peter vit sur la face dorsale de la carapace des Tortues d'eau douce (3); cette plante forme des plaques vertes orbiculaires qui peuvent atteindre 1 centimètre de diamètre environ, épaisse de plusieurs couches de cellules; celles qui sont en contact avec la carapace en pénètrent le tissu. Des fragments détachés de la plante peuvent pourtant vivre librement dans l'eau et même se reproduire par zoospores, comme dans leur état normal. Le *Dermatophyton*, nommé antérieurement *Epiclemmydia lusitanica* par M. Potter, paraît être une Ulvacée.

MM. L. Klein (4) et Overton (5) ont, à quelques semaines d'intervalle, publié chacun de leur côté un important travail sur la morphologie

(1) Malpighia, II, 1888, 7 p.; av. 1 pl.

(2) Bulletin Soc. bot. de France, XXXV, p. 65-75, 1888.

(3) Journal of the Linnean Society bot., XXIV, p. 251-254, av. 1 pl.

(4) Pringsheim's Jahrbücher, XX, p. 133-210, av. 3 pl., et Berichte d. deutsch. bot. Ges., VII, p. 42-53, av. 1 pl., 1889.

(5) Botan. Centralblatt, XXXIX, p. 65 et suiv. avec 4 pl., 1889.

et la biologie des *Volvox;* tous deux ajoutent d'intéressants détails à ce que nous savions depuis la publication des recherches de MM. Cohn, Stein, etc., sur les mêmes organismes ; les résultats obtenus par ces deux observateurs concordant sur presque tous les points, il paraît préférable de résumer simultanément ces deux mémoires.

On ne peut tirer aucun caractère de la dimension absolue des colonies de *Volvox* pour la spécification de ces plantes ; on ne peut distinguer les deux

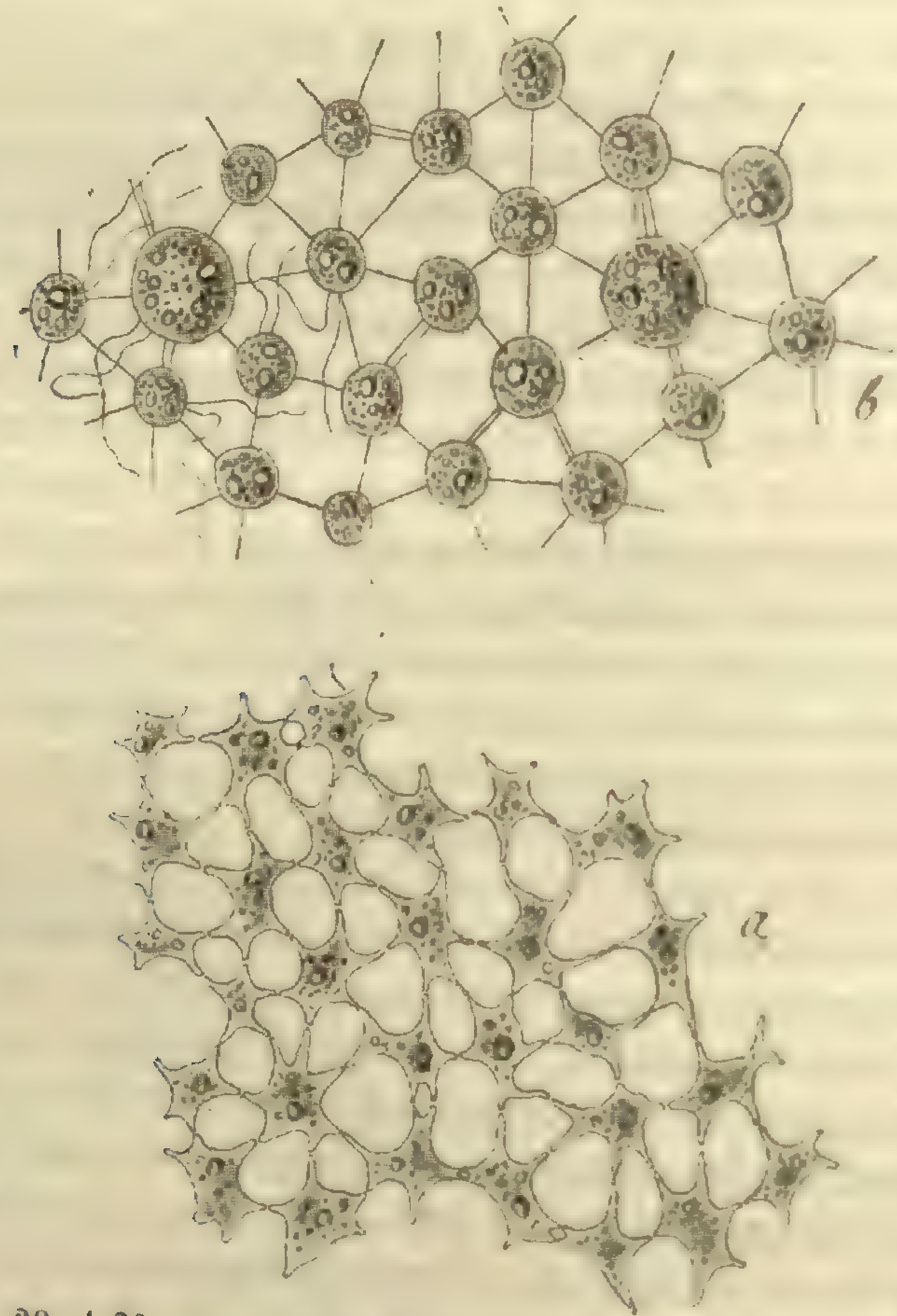


Fig. 28 et 29. — *a*, *Volvox globator*. — *b*, *Volvox aureus*.

espèces connues en Europe (*V. globator* et *aureus*) (fig. 28 et 29) que par les caractères des individus composant la colonie considérés isolément ; la manière dont ces cellules s'associent fournit aussi de bons caractères. Les corps plasmiques sont entourés d'une enveloppe mucilagineuse épaisse qui n'a jamais les réactions de la cellulose. L'ensemble des cellules forme un vrai tissu dissociable par pression, né de la division successive des cellules et non un tissu par association et soudure tardive, comme dans l'*Hydrodictyon* et les *Pediastrum*. Outre l'enveloppe mucilagineuse propre à chaque cellule, la colonie entière est entourée d'une couche différenciée colorable par l'iode et l'acide sulfurique. La cavité elle-même n'est pas occupée par de l'eau, mais par une matière gélifiée.

Le mouvement des colonies de *Volvox* est un mouvement de rotation autour d'un axe incliné par rapport au plan dans lequel elles se meuvent ; les *Volvox* ont donc un pôle postérieur ; c'est principalement dans l'hémisphère

postérieur que se forment les parthénogonidies et les œufs. (On a donné le nom de parthénogonidies aux corps reproducteurs asexués des *Volvox*, nom malheureux en ce qu'il semble indiquer un caractère sexué qui ne se serait pas manifesté.) Les anthéridies se forment aux dépens de leurs cellules mères primitives par une division constamment perpendiculaire au même plan. Chaque anthéridie forme par suite un faisceau de 16 ou 32 anthérozoïdes parallèles entre eux ; les anthérozoïdes ne s'isolent les uns des autres qu'après leur mise en liberté. On peut compter jusqu'à 1,000 ou 1,100 anthéridies dans les colonies exclusivement mâles; M. Klein admet une interprétation nouvelle au sujet de la valeur morphologique d'une cellule végétative; M. Klein y voit l'homologue d'une colonie fille; le mode de division, radial par rapport à un centre virtuel de figure, est le même que celui des cellules d'une jeune colonie; mais tandis que dans une colonie végétative, la surface générale devient une sphère, dans la colonie mâle elle prend seulement la forme d'un segment de sphère. Cette interprétation simplifie la notion morphologique des *Volvox*, car les œufs, les anthérozoïdes et les cellules végétatives ont alors la même valeur. Le faisceau d'anthérozoïdes devient une colonie mâle; chacune des cellules qui la constitue est une anthéridie renfermant un seul anthérozoïde; l'anthéridie ne forme qu'un anthérozoïde comme l'oogone ne forme qu'un œuf.

Les *Volvox*, n'étant pas formés de cellules primitivement libres et indépendantes, ne constituent pas ce que Braun a nommé un *Cœnobium;* c'est une colonie dans laquelle s'établit entre les cellules une division du travail, comme il s'en établit entre les individus d'une ruche d'abeille; un petit nombre d'individus vivent du travail des autres et assument exclusivement toutes les fonctions reproductrices.

M. Overton croit avoir reconnu que, chez les *Volvox*, les points oculiformes ne se multiplient pas par division, mais qu'ils se forment de toutes pièces, contrairement à ce que M. Klebs a observé chez les Euglènes.

La place du genre *Volvox* est indiquée au sommet de la série des Volvocinées; il se relie étroitement aux Flagellés par les *Chlamydomonas* et les *Chrysomonas;* il se rattache aux Palmellacées, surtout par le *Physocytium confervicola* Borzi.

M. Overton donne la caractéristique des deux espèces de *Volvox* européens; il la tire des caractères anatomiques en même temps que des organes reproducteurs. Le *Volvox minor* de Stein doit prendre le nom de *V. aureus* Ehrenberg, conformément à la règle de priorité. Le *V. Carteri* Stein semble occuper une place intermédiaire entre les *V. globator* et *aureus*.

M. Dangeard voit dans les Chlamydomonadinées le point de départ commun des Pleurococcées, des Tétrasporées, des Hydrodictyées et des Characiées, comme les Chytridinées le sont pour les Ancylistées, Saprolégniées et Mucorinées (1).

Les Chlamydomonadinées sont des organismes unicellulaires, nucléés, à membranes presque toujours nettement cellulosiques, mobiles, pourvus de

(1) Annales des sciences naturelles, 7e sér., Botanique, VII, p. 105, av. 2 pl., 1888; Journal de Botanique II 1888, p. 350

deux ou trois cils, à protoplasme vert (sauf dans le *Polytoma*), sans chromatophores distincts; ces êtres produisent de l'amidon; ils sont pourvus de vacuoles contractiles. Ils ont une reproduction asexuée par zoospores; pour les former, tout le protoplasme des cellules végétatives se divise, suivant les espèces, en 2, 4, 8 ou 16 zoospores.

La reproduction sexuée est connue dans quatre genres; peut-être est-elle plus générale qu'on ne l'a constaté jusqu'ici; dans la plupart des cas, on ne peut reconnaître aucune différenciation entre les gamètes; ils sont munis de deux ou quatre cils; ils s'unissent pour former un œuf qui plus tard se divisera en quatre ou huit cellules (dans certains cas, au moins, ces cellules donneraient naissance à des zoospores), et le cycle recommence. Chez le *Chlamydomonas Pulvisculus*, les gamètes sont différenciés.

Les Chlamydomonadinées comprennent actuellement les genres *Chlorogonium* Ehrenberg, *Cercidium*, *Phacotus* Perty, *Chlamydomonas*, *Pithiscus*, *Chlamydococcus* Braun, *Tetraselmis* Stein, *Coccomonas* Stein, *Chlorangium* Stein et *Polytella* Ehrenb.; le *Polytella urella* est le terme le plus dégradé des Volvocinées.

Les Volvocinées se décomposent donc en :

1° Volvocées, comprenant *Volvox*, *Stephanosphæra*, *Eudorina*, *Pandorina* et *Gonium* (placé par Stein dans les Chlamydomonadinées); 2° Chlamydomonadinées.

Les Cryptomonadinées sont bien des végétaux; elles se détachent des Flagellés par l'intermédiaire du *Chilomonas Paramecium* (1); les Euglénées proprement dites semblent devoir être rapprochées des Desmidiées plutôt que des Sciadiées, bien qu'il y ait entre les Desmidiées d'une part, les Euglénées, Cryptomonadinées et Volvocinées d'autre part, une distance que de nouvelles découvertes effaceront peut-être.

Les Péridiniens ont été considérés tantôt comme des animaux cilio-flagellés, tantôt comme des végétaux; M. Dangeard (2), comme M. Klebs, pense que les Péridiniens sont des Thallophytes détachés des Flagellés par l'intermédiaire des Cryptomonadinées; la différenciation dans le sens végétal est déjà plus accusée chez ces dernières.

Divers indices portent M. Lagerheim à rattacher l'*Hydrurus* aux Flagellées (3); il y a des vacuoles dans chaque cellule, et deux d'entre elles, au moins, sont pulsatiles; les zoospores, primitivement sans forme déterminée, deviennent finalement tétraédriques; elles possèdent un chromatophore logé à l'un des angles et un cil qui naît du milieu de la face opposée au chromatophore; elles n'ont pas de point oculiforme. M. Lagerheim a aussi trouvé des spores durables inconnues jusque-là.

A l'occasion d'une revue des espèces connues du genre *Scenedesmus*, M. de Wildeman (4) constate que la spécification est très difficile dans ce genre à cause du grand nombre d'intermédiaires qu'on rencontre entre les formes; la présence ou l'absence de poils ne lui semblent pas pouvoir fournir des

(1) Dangeard : Le Botaniste, fasc. I, p. 138, av. 1 pl., Caen, 1889.
(2) Journal de Botanique, II, 1888; p. 126-132, av. 1 pl.
(3) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, 1888, p. 73-85.
(4) Bull. de la Soc. Roy. de Bot. de Belgique, p. 71-80, av. 1 pl.

caractères spécifiques, la membrane cellulaire est quelquefois teintée en rose, comme celle de certains *Pediastrum*.

M. Askenasy (1) trouve dans le développement des *Pediastrum* de grandes analogies avec celui des Volvocinées; M. Pringsheim les a mises autrefois en relief en comparant le *Pandorina* à l'*Hydrodictyon*.

Le *Pediastrum* est, d'ailleurs, inséparable de l'*Hydrodictyon*. En dehors de la forme, il n'y a pas entre ces plantes de différence importante; dans l'*Hydrodictyon* les zoospores (macrogonidies) s'unissent à l'intérieur de leurs cellules mères et y forment une nouvelle colonie; elles sont mises en liberté dans le *Pediastrum*. Les excellents travaux de Braun, de Bary, de M. Pringsheim ont laissé quelques points obscurs dans l'histoire des *Pediastrum*. M. Askenasy a pu suivre l'évolution depuis la forme hivernale, le *Polyedrium* des anciens botanistes, jusqu'à la formation de zygotes. Le *Polyedrium* divise son contenu en 16-64 cellules qui s'échappent de la membrane, englobés dans une vésicule; elles se disposent dans un même plan et s'accolent pour former une colonie (un *cœnobium*) de *Pediastrum*; les macrogonidies (zoospores) se développent aux dépens des cellules de la colonie, comme l'a décrit Braun. Les microgonidies sont des isogamètes: elles s'unissent deux par deux pour former un zygote.

Le *Chlorothecium Pirottæ* Borzi (2) est une Palmellacée chez laquelle on observe à la fois des zoospores et des isogamètes; le *Chlorothecium* paraît devoir se placer à côté des *Mischococcus* Nägeli, dont M. Borzi a étudié le développement (3).

M. de Toni (4) a observé une fleur d'eau produite à la surface d'un aquarium et formée d'une quantité innombrable de zoospores appartenant, comme l'a montré leur développement ultérieur, au *Dictyosphærium Ehrenbergianum* Nägeli.

M. Hansgirg (5) remet en lumière le genre *Trochiscia* que M. Kützing avait créé pour des plantes qu'il croyait appartenir aux Desmidiées; ce sont en réalité des Palmellacées; elles comprennent les *Acanthococcus* Lagerheim (non Harvey et Hooker) et *Glochiococcus* de Toni; le genre *Tetraedron* Kützing se confondrait aussi avec les *Polyedrium* Nägeli, *Astericium* Corda et *Cerasterias* Reinsch.

Les *Polyedrium* sont des organismes unicellulaires qu'on rencontre habituellement mêlés aux Desmidiées. M. Reinsch (6) en fait une famille des Polyédriées dont il fait la monographie. Les *Polyedrium* et *Closteridium* sont des Polyédriées simples; aux Polyédriées composées appartiennent les *Cerasterias* et *Thamniastrum*; sur 27 espèces, 23 appartiennent aux *Polyedrium*.

M. Hansgirg (7) divise le genre *Spirogyra* de Link (comprenant les *Rhyn-*

(1) Berichte d. deutsch. bot. Ges., VI, 1888, p. 127-138, av. 1 pl.
(2) Malpighia, II, 1888, p. 250-259.
(3) Malpighia, II, 1888, p. 133-147.
(4) Nuovo Giornale botan. ital., XX, p. 295-297, 1888.
(5) Hedwigia, 1888, nos 5 et 6.
(6) Notarisia, 1888, p. 493, av. 2 pl.
(7) Hedwigia, 1888, Heft 9-10, av. 1 pl.

chonema et *Sirogonium* de Kützing) en deux sections suivant le mode de développement des tubes copulateurs. Le genre *Zygnema* peut être divisé selon lui en deux sous-genres : *Zygogonium* de Bary et *Euzygnema* Gay.

Le *Spirogyra oraria* Dupray (1) se rapproche du *S. fusco-atra* Rabenh. par la forme des zygospores, mais il en diffère par ses dimensions moindres et par la spire qui est souvent double.

M. Lagerheim (2) donne la diagnose de l'*Œdogonium sciraspermum*, du *Spirogyra dæ lalca*, du *Desmidium majus*, espèces nouvelles ; il signale quelques variétés nouvelles et diverses espèces de Chlorophycées sur lesquelles il lui paraît intéressant d'appeler l'attention en raison de leur rareté.

Le nouveau genre *Astrocosmium* Stockmayer (3) est voisin des *Cosmarium* et des *Cosmaridium*, mais il diffère des uns et des autres par l'existence d'un chromatophore étoilé semblable à celui des *Cylindrocystis*.

V. — PHYCOCHROMOPHYCÉES.

Une grande confusion a régné jusqu'ici dans la nomenclature des Nostocacées par suite de la méthode défectueuse suivie par les auteurs qui les ont étudiées. D'une part, chacun d'eux n'a pas assez tenu compte des travaux de ses devanciers, et trop fréquemment a créé une nouvelle espèce pour chaque forme nouvelle qui lui tombait sous les yeux, sans se préoccuper assez de savoir si elle n'avait pas été décrite antérieurement ; d'autre part, on a trop souvent fait reposer la synonymie sur des descriptions insuffisantes. MM. Bornet et Flahault (4) ont entrepris de mettre l'ordre dans le groupe des Nostocacées hétérocystées en prenant pour base de leur travail l'examen d'échantillons authentiques provenant des créateurs des espèces. En supprimant les doubles emplois, et en signalant comme espèces à rechercher les plantes sur lesquelles ils n'ont pu se renseigner par l'examen des échantillons originaux, ils ont réduit considérablement le nombre des espèces antérieurement décrites.

La seconde partie du mémoire est consacrée à la distribution systématique des Nostocacées hétérocystées; les espèces sont réparties en quatre tribus. Les Rivulariacées y occupent le rang le plus élevé par leur différenciation morphologique. Les trichomes y ont une base et un sommet prolongé en poil ; les Sirosiphoniacées ont des trichomes rameux ; les Scytonémacées n'ont ni poils ni rameaux au sens ordinaire de ce mot ; mais les trichomes peuvent se rompre, faire hernie hors de la gaine et se développer à la manière d'un rameau. Les Nostocées constituent le groupe le plus simple des Nostocacées hétérocystées ; les cellules végétatives des trichomes ont toutes la même valeur.

Les Rivulariacées comprennent 10 genres avec 59 espèces ; les Sirosiphoniacées 5 genres avec 17 espèces ; les Scytonémées comprennent 7 genres

(1) Revue générale de Botanique, I, 1889, n° 5.
(2) Notarisia, III, p. 591-595, 1888.
(3) Sitzungsb. d. Verhandl. d. K. Zoolog. bot. Ges. in Wien, XXXVIII, p. 85.
(4) Annales des sciences naturelles, 7e sér. ; Botanique, III, IV, V et VII, 1886-1888.

et 40 espèces, les Nostocées 8 genres avec 56 espèces. Aucune tribu n'est exclusivement marine ou d'eau douce. L'ensemble des Nostocacées hétérocystées comprend 29 espèces marines, 133 plantes d'eau douce et 9 saumâtres. Sept plantes nouvelles ont été décrites dans la *Revision;* le nouveau genre *Wollea* est intermédiaire aux *Nostoc* et aux *Anabæna;* les trichomes sont ceux d'un *Anabæna*, mais ils sont englobés dans leurs gaines confluentes, de manière à former un tube creux fixé originairement au substratum par une de ses extrémités. MM. Bornet et Flahault ont donné un résumé de leur travail dans les mémoires de la Société des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Les mêmes auteurs ont publié, à la même occasion (1), une concordance des *Algen Sachsens et Europa's* de Rabenhorst avec la *Revision*.

M. Hansgirg (2) a publié de son côté un *Synopsis* des genres de Cyanophycées connus jusqu'à présent; il donne à ces plantes le nom de Myxophycées qui leur a été attribué par M. Stizenberger en 1860. Il y signale le nouveau genre *Dactylococcopsis* parmi les Chroococcoïdées; depuis, le même auteur a ajouté des *Addenda* à ce *Synopsis* (3) et décrit incidemment dans la même note un nouveau genre de Phéophycées sous le nom de *Phæodermatium;* il ne dit rien d'ailleurs de ses affinités. M. Richter (4) a fait une communication sur le *Glœotrichia solida*.

Le genre *Pleurocapsa* Thuret (Chamæsiphonées) est voisin des *Dermocarpa;* on n'en connaissait jusque-là qu'une espèce marine. M. Lagerheim (5) a observé dans les eaux douces une plante qu'il rapporte à ce genre, le *P. fluviatilis*; peut-être est-ce la même qui a fait l'objet d'une communication de M. Möbius à l'occasion de l'*Askenasya polymorpha* (6).

VI. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Quand il s'agit de la distribution géographique des Algues, il convient de distinguer ce qui intéresse les Algues d'eau douce et ce qui concerne les flores marines.

Jusqu'à présent, la distribution des Algues d'eau douce paraît dépendre assez peu des conditions climatériques spéciales pour qu'on ne puisse distinguer des régions naturelles à la surface de notre globe. Tout au plus peut-on distinguer, à ce point de vue, les pays froids des pays chauds; encore n'est-il peut-être pas une seule famille riche en espèces d'eau douce qui ne soit représentée à la fois sous des climats très variés, et qui ne présente des espèces communes à des climats différents! Aussi ne pouvons-nous guère que signaler les nombreux travaux relatifs aux flores algologiques d'eau douce, en appelant l'attention sur les faits particuliers qu'ils annoncent incidemment.

(1) Notarisia III, 1888, p. 387-397.
(2) Notarisia, III, 1888, p. 584-590.
(3) Notarisia, IV, 1889, p. 656-658.
(4) Sitzungsb. der naturf. Ges. zu Leipzig, 1888.
(5) Notarisia, III, 1888, p. 429-431.
(6) Berichte d. deutsch. bot. Ges., V, et VI, p. 358-360.

Il en est autrement des flores marines. Nous sommes loin de pouvoir établir une carte des régions algologiques qui puisse paraitre satisfaisante; mais, du moins, est-il possible de distinguer les flores polaires, méditerranéenne, atlantique, etc., de subdiviser l'Atlantique en régions secondaires; la mer des Indes et les îles du Pacifique paraissent aussi former des régions naturelles; il en résulte que les travaux publiés sur les flores marines ont, au point de vue géographique, une grande importance relative.

M. Boldt (1) a publié sur les Algues marines et leur extension un travail que nous n'avons pas eu l'occasion de lire; il a publié également une étude sur les Desmidiées du Grönland (2).

M. Norstedt (3) et M. Börgensen (4) se sont occupés successivement des Desmidiées de Bornholm; le premier a fait connaitre 48 espèces nouvelles pour le Danemarck, le second 27; parmi elles se trouvent nécessairement des espèces inconnues jusque-là.

M. Traill considère le cap Elie comme l'un des points les plus riches en Algues, dans le golfe de Forth, et publie la liste (5) des 177 espèces qu'il y a recueillies sur une côte d'une étendue de 3 milles seulement.

M. Bennett fait connaitre le nouveau genre *Capsulococcus* (Protococcées) remarquable par le tégument lamelleux, ferme ou subgélatineux qui enveloppe un groupe de 2 à 8 cellules; il donne une liste (6) des Algues d'eau douce recueillies pendant l'été dans la région des lacs à l'ouest de l'Angleterre.

L'*Ectocarpus Holmesii* est une petite espèce saxicole des mers anglaises; elle est voisine de l'*E. crinitus* Carm.; le *Phyllitis filiformis* se rapproche du *P. Fascia*, mais ses frondes sont beaucoup plus petites et son appareil de fixation est formé de cellules fibreuses indépendantes. Le *Ralfsia spongiocarpa* est voisin du *R. clavata* Crouan (7).

M. Raciborski (8) donne une liste de 48 Desmidiées recueillies dans les marais de la Lithuanie, et décrit trois *Cosmarium* et un *Staurastrum* nouveaux; il a publié aussi (9) le catalogue des Algues récoltées par lui en Pologne; disposé sur le plan des *Algues de Silésie* de M. Kirchner, ce catalogue ne comprend pas moins de 374 espèces; le *Staurastrum alpinum* est nouveau. M. N. Kozlowski s'est occupé de la florule algologique de Tomsk; il y signale 81 Algues diverses avec 145 Diatomées (10). M. Rjabinine a publié

(1) *Studier öfver Sötvattensalger och deras Utbredning*, 154 pages, av. 2 pl.; Helsingfors, 1888.

(2) Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, XIII, 3, 48 pages, av. 2 planches, Stockholm, 1888.

(3) Vidensk. Meddel. fra den naturhist. Foreningi Kjöbenhavn, 1888, p. 182-213, av. 1 pl.

(4) Botanisk Tidsskrift, XVII, p. 141-152, 1888, av. 1 pl.

(5) Trans. of the bot. Soc. of Edinburgh, 1888, 19 pages, 2 pl.

(6) Journal of the R. micr. Society, 1888, n° 1, av. 1 pl.

(7) Journal of the Linnean Society, Botany, XXIV, 1888, p. 450-453, av. 1 pl.

(8) Notarisia, IV, p. 659-663.

(9) Sprawozd. Kom. fizyjogr. Akad. Umiejet., 1888, Cracovie.

(10) Mémoire de la Soc. des naturalistes de Kiew, IX, p. 395-436, 1888.

des travaux de même nature pour les environs de Kharkow (1) et de Tschugujew (2).

Nous devons à M. König des contributions à la flore algologique des environs de Cassel (3) ; à M. Kirchner des documents nouveaux sur la flore du Würtemberg (4) ; à M. Heiden, un travail sur les Algues du Mecklenbourg (5) ; M. Hieroymus (6) publie quelques notes sur diverses espèces.

M. Loitlesberger donne une liste (7) de 80 espèces environ d'Algues d'eau douce de la Haute-Autriche; M. Hansgirg (8) fait d'intéressantes observations sur la flore algologique des marais salants, des eaux thermales et des montagnes de Bohême; ce sont là d'utiles compléments aux travaux de Schwabe, de MM. Cohn, Richter et à ceux qu'a publiés le même auteur sur cette partie de l'empire autrichien. Le prodrome de la flore algologique de Bohême est un volumineux travail (9); la première partie, seule publiée jusqu'ici, comprend 523 espèces (à l'exclusion des Diatomées et des Characées); 124 figures dans le texte sont destinées à représenter les genres des Floridées, des Phéophycées et des Chlorophycées mentionnées ou décrites. A l'exemple de M. Rostafinski, M. Hansgirg place les *Chromophyton* et les *Hydrurus* parmi les Phéophycées. Les Chlorophycées sont divisées en Confervoïdées, Siphonées, Protococcoïdées et Conjuguées; l'auteur apporte des changements considérables dans la disposition de plusieurs groupes secondaires et crée plusieurs genres nouveaux.

M. Flahault (10) signale 230 espèces d'Algues marines recueillies au Croisic, au voisinage de l'embouchure de la Loire, en septembre et octobre ; cette liste comprend 37 Phycochromophycées.

M[lle] M. Lewin a classé (11) une collection d'Algues d'eau douce d'Espagne; l'*Oncobyrsa hispanica* est nouveau; M. de Toni (12) a commencé la publication de documents sur la flore portugaise; M. P. Pichi (13) s'est occupé des Floridées de la Toscane; MM. de Toni et Levi ont commencé la publication d'une flore algologique de la Vénétie (14) ; M. Piccone (15) émet l'opinion que le *Fucus vesiculosus* récolté de temps en temps sur les côtes de Ligurie n'y est pas indigène, et qu'il est accidentellement transporté de l'Atlantique; il signale (16) le *Valonia macrophysa* et le *Galaxaura adriatica*

(1) Bull. de la Soc. impér. des naturalistes de Moscou, 1888, p. 289-347.
(2) Arb. d. Naturforscher. Ges. an d. Kais. Univ. Charkow, XXII, 1888, p. 33-82.
(3) Deutsche botan. Monatschrift, IV, 1888, p. 88-96.
(4) Jahresheft d. Vereins für vaterl. Naturkunde in Württenberg, 1888, p. 143-166.
(5) Beitrag zur Algenflora Mecklenburgs, in-8, 17 pages, Güstrow, 1889.
(6) Bericht über d. Thätigkeit d. bot. Sect. d. Schles. Ges. im Jahre 1887, p. 293-297.
(7) Verhandl. der K. zool. bot. Ges. in Wien, 1888, p. 223-226.
(8) Œsterr. bot. Zeitschrift, 1888, p. 41-52.
(9) *Prodromus der Algenflora von Böhmen*, 1r Theil. Prague, 1886-88.
(10) Bull. Soc. bot. de France, XXXV, 1888, p. 377.
(11) Bihang till Sv. K. Vet. Akad. Handlingar, XIV, 1888, 24 pages, av. 3 pl.
(12) Notarisia, III, 1888, p. 431-436.
(13) Notarisia, III, 1888, p. 437-443.
(14) Atti della Soc. Toscana di Sc. natur. in Pisa, IX, p. 41, 1888.
(15) *Flora algologica della Venezia*. Venezia, 1888.
(16) Notarisia, IV, 1889, n° 13.

comme ayant été récoltés pour la première fois sur les mêmes côtes.

M. Hansgirg a fait quelques observations algologiques sur les côtes de la Dalmatie (1); M. Hauck fait connaître quatre Cyanophycées nouvelles recueillies sur divers points de l'Adriatique (2).

En dehors de l'Europe, M. Farlow (3) décrit et figure quelques espèces nouvelles des États Unis : *Chrysmenia pseudodichotoma*, *Glœosiphonia verticillaris*, *Mesogloia Andersonii*, *Dictyosiphon Macounii*, *Ectocarpus tomentosoides*, et ajoute divers renseignements sur d'autres espèces peu connues. M. Collins (4) publie les florules algologiques du Nantucket et des environs d'Atlantic City (5); en collaboration avec M. Dame, il donne le catalogue des Algues marines et d'eau douce du comté de Middlesex (6); M. West (7), M. Harvey (8), M. Burgess (9) et M. Wolle (10) publient quelques documents sur les Algues d'eau douce et surtout sur les Desmidiées de l'Amérique du Nord.

M. P. Reinsch fait connaître quelques plantes nouvelles récoltées en Géorgie par M. Wille lors de l'expédition allemande du passage de Vénus en 1882-83; elles sont au nombre de 20; le nouveau genre *Chroa* appartient aux Chordariacées; le *Merenia* se place entre les *Dasya* et les *Polysiphonia* parmi les Rhodomélées; le *Straggaria* est une Floridée nouvelle dont la place n'a pu être déterminée, en l'absence de tout organe reproducteur (11).

M. Piccone (12), à l'occasion de quelques plantes récoltées aux Açores par l'expédition du *Corsaro*, publie une florule de 48 Algues connues jusqu'ici dans ces îles. Le *Corsaro* a fait aussi quelques dragages sur la côte d'Algérie; parmi les 18 espèces qu'ils ont ramenés il convient de citer le *Sporochnus Gærtnera* et plusieurs *Lithothamnion* très rares.

M. Piccone a fait connaître, en 1883, 21 espèces draguées au nord de Tripoli; grâce aux récoltes faites par M. R. Spigai et publiées par MM. de Toni et Levi, on connaît maintenant 43 Algues de cette côte; plusieurs d'entre elles n'avaient pas été signalées encore dans les mers de l'Afrique septentrionale (13).

MM. de Toni et Paoletti signalent 31 espèces de Massouah et de Souakim (14); M. Hauck (15) continue la publication des Algues recueillies dans la mer

(1) Œsterr. bot. Zeitschrift, 1889, n^{os} 1 et 2.
(2) Hedwigia, 1888, n° 1 et 2.
(3) Bulletin of th Teorrey botan Club, XVI, n° 1, 12 pages, av. 2 pl.
(4) In M. L. Owen's : *Catalogue of plants of the county of Nantucket*. Northampton. Mass., 1888.
(5) In *Flora of Middlesex County*, p. 152-164. Malden, 1888.
(6) Bulletin of the Torrey bot. Club, XV, p. 309-314.
(7) Journ. of the R. microsc. Society, 1889, n° 2, av. 2 pl.; Journal of botany, nov. 1888.
(8) Bulletin of the Torrey bot. Club, 1888, n° 6.
(9) The American naturalist, XXII, 1888, n° 6.
(10) Bulletin of the Californian Academy of sciences, II, n° 7.
(11) Berichte d. deutsch. Botan. Ges., VI, 1888, fasc. 4.
(12) Nuovo Giorn. bot. ital., XXI, 1889, p. 171-214.
(13) Rendic. della R. Accad. dei Lincei, IV, p. 240-250, 1888.
(14) Bull. della Soc. Venet. Trent. de Padova, IV, 1888, n° 2.
(15) Hedwigia, XXVII, p. 36.

Rouge et l'océan Indien par J.-M. Hildebrandt; M. Bornet (1) a nommé 26 Algues recueillies par M. Faurot à l'île de Kamarane et aux environs immédiats d'Obock; M. de Wildeman s'occupe de la flore des Algues d'eau douce du Congo (2). Wallich avait observé 140 espèces de Desmidiées au Bengale; il n'en a pas malheureusement publié le catalogue complet: M. Lagerheim (3) fournit une liste de 148 espèces de cette région; elles sont presque exclusivement tropicales, et, pour la plupart, communes à la Birmanie et au Bengale.

M. G. Murray (4) a relevé le catalogue des 788 espèces signalées comme constituant l'ensemble de la flore algologique des Indes occidentales, et dressé un tableau comparatif des espèces communes à cette région et aux principales mers; le catalogue qu'il a dressé sera un précieux document pour ceux qui auront l'occasion de poursuivre des recherches sur la flore marine des Antilles; la région qu'a étudiée M. Murray lui paraît très naturelle, même en y comprenant les Bermudes; elle possède près de 350 espèces qui lui sont propres.

La flore algologique de Porto-Rico n'avait encore été l'objet d'aucun travail; les documents mis en œuvre par M. Hauck (5) jettent quelque lumière sur la physionomie de la flore algologique des Indes occidentales: ils montrent une certaine communauté de caractères entre la mer Rouge et les Antilles; bon nombre d'espèces sont communes; quelques genres sont représentés dans ces deux mers par des espèces voisines appartenant surtout aux Siphonées, au genre Sargasse et aux Algues calcaires. Le catalogue publié par M. Hauck comprend 92 espèces.

La participation de M. Hariot (6) à la mission scientifique envoyée au cap Horn en 1882-83 lui a fourni l'occasion de récolter un certain nombre d'espèces nouvelles pour cette région particulièrement intéressante en raison de son climat; il a eu l'heureuse idée de dresser un catalogue raisonné de toutes les espèces recueillies par lui et avant lui, par Commerson, Gaudichaud, Dumont d'Urville, J. Hooker, etc. Actuellement, 225 Algues ont été signalées dans l'archipel Magellanique, dont 12 Phycochromophycées, 43 Chlorophycées, 38 Phéophycées, 131 Floridées. De toutes les espèces récoltées jusqu'à présent dans ce pays, 44 lui sont communes avec la côte du Chili, 34 avec Kerguelen, malgré l'énorme distance qui sépare l'Archipel de Magellan de Kerguelen.

La principale différence entre les mers boréales et australes réside dans la dispersion des Laminariées et des Fucacées; dans le Nord, les Laminaires et les *Fucus* prédominent; ces genres sont remplacés dans les mers du Sud par un petit nombre d'espèces de *Macrocystis*, *Lessonia* et *Durvillæa*, parmi lesquels se trouvent les géants de la flore pélagique. Les Sargasses, fréquentes encore sur la côte du Chili, ne s'étendent pas jusqu'au cap Horn.

(1) Journal de botanique, II, janvier 1888.
(2) Comptes rendus des séances de la Soc. Roy. de Bot. de Belgique, XXVIII, 1889, p. 6.
(3) Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, XIII, 12 pages, av. 1 pl., 1888.
(4) Journal of Botany, XXVI. 1888, p. 307, et XXVII, 1889.
(5) Mission scientifique du cap Horn. *Algues*, 109 pages, in-4, av. 9 pl. en couleur.
(6) Hedwigia, 1889, p. 24-26.

M. Hariot décrit six espèces nouvelles : *Siphonocladus voluticola*, *Ectocarpus Constanciæ*, *Sphacelaria Borneti*, *Ceramium Dozei*, *Hildebrandtia Le Cannellieri*, *Callophyllis atrosanguinéa*.

M. de Toni (1) a aussi publié sur les Algues de la terre de Feu une courte note, où figurent quelques espèces non signalées par M. Hariot ; le même auteur signale quelques plantes de l'Amérique du Sud (2).

M. Berggren a recueilli plus de 300 espèces d'eau douce pendant son séjour à la Nouvelle-Zélande en 1874-75. Le catalogue en est publié par M. Nordstedt (3) ; le plus grand nombre des espèces signalées appartient à l'Europe tempérée ; quelques-unes indiqueraient des rapports climatériques entre la Nouvelle-Zélande et l'Europe tempérée occidentale. Pourtant, beaucoup d'espèces sont nouvelles ; ce sont surtout des Desmidiées. M. Nordstedt mentionne dans le même travail et sous forme d'appendice quelques Algues d'eau douce d'Australie.

Enfin M. Askenasy a publié les résultats algologiques de l'expédition allemande de la *Gazelle* (4) avec la collaboration de MM. Bornet, Grunow, Hariot, Möbius et Nordstedt. Là aussi quelques espèces nouvelles ont été décrites ; *Microchæte vitiensis*, *Anadyomene reticulata*, *Caulerpa delicatula*, *Cystophyllum nothum*, *Sargassum pulchellum*, *S. mauritianum*, *Chantransia Naumanni*. Ces plantes proviennent de localités très différentes et souvent fort éloignées les unes des autres.

Ch. Flahault.

(1) Malpighia, III, 1889, p. 67-68.
(2) Engler's bot. Jahrb., IX, p. 457-470, 1888.
(3) Kongl. Sv. Vet. Akad. Handlingar, XXII, in-4, av. 7 pl. Stockholm, 1888.
(4) *Forschungsreise S. M. S. Gazelle*, IV Theil, Botanik. Algen, 58 pages in-4° av. 12 pl.

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION

DE LA VALLÉE D'AURE

(HAUTES-PYRÉNÉES)

Par M. Gaston BONNIER

(Planche 10)

INTRODUCTION

Ayant passé plusieurs saisons dans la vallée d'Aure, où j'ai installé de petites stations de cultures (1), comme dans les Alpes, j'en ai profité pour noter la distribution des plantes dans cette vallée et sur les montagnes avoisinantes.

Ainsi que dans d'autres études analogues (2), je me suis proposé d'indiquer, dans cette région limitée, la distribution géographique des espèces en tenant compte de leur fréquence relative, de déterminer les limites générales de leur extension en altitude, enfin de comparer cette flore à celle des autres régions des Pyrénées et aux diverses flores de la chaîne des Alpes. Il existe peu de travaux, comme on sait, sur la géographie botanique des Pyrénées et peut-être cet essai pourra-t-il être plus tard de quelque utilité pour un travail plus étendu.

J'ai à remercier particulièrement mon confrère, M. Bourdette, qui m'a obligeamment communiqué les listes de plantes qu'il a notées dans diverses parties de la vallée d'Aure, et entre autres dans certaines vallées secondaires sur lesquelles j'avais

(1) Voyez les stations de culture nº 1, nº 2 (pl. 10), à 740 m. et 2400 m. d'altitude.
(2) Voyez par exemple : G. Bonnier, *Études sur la végétation de la vallée de Chamonix et de la chaîne du Mont-Blanc* (*Revue générale de Botanique*, 1889, p. 28).

des documents insuffisants. Les observations de ce botaniste, auquel on doit plusieurs découvertes notables, m'ont donc permis de compléter cette étude.

I. — LA VALLÉE D'AURE.

La vallée d'Aure, depuis Vielle-Aure jusqu'au plateau de Lannemezan, est à peu près orientée du Sud au Nord, tandis que dans sa partie haute elle est orientée de l'Ouest à l'Est.

Je ne m'occuperai que de la partie de la vallée située en amont d'Arreau; c'est la contrée qui présente le plus d'intérêt.

La région étudiée se trouve ainsi délimitée : au Sud par la chaîne centrale des Pyrénées dont les sommets principaux sont le pic de Lustou (3025 m. d'altitude), le pic de Batoua (3035 m.), et le pic de Troumouse (3086 m.). A l'Ouest, la limite est formée par la chaîne de Néouvielle dont les sommets principaux sont le pic Long (3194 m.) et le pic de Néouvielle (3092 m.). Cette chaîne, dirigée d'abord du Sud au Nord, à partir de la chaîne centrale, est ensuite orientée de l'Ouest à l'Est et forme l'important massif de l'Arbizon, dont le pic le plus élevé a 2834 mètres d'altitude. A l'Est, la région est limitée par la vallée du Louron, qui vient se confondre à Arreau avec la vallée d'Aure.

Cette région des Pyrénées, indépendamment de l'intérêt que présente sa végétation, est particulièrement favorable à l'étude de la distribution des espèces par rapport à l'exposition.

En effet, comme la vallée principale, les vallées secondaires n'offrent presque que deux orientations ; elles sont toutes dirigées soit de l'Ouest à l'Est, soit du Sud au Nord. C'est ce que montre un coup d'œil jeté sur la carte de la planche 10.

Toutes les vallées secondaires de la rive gauche présentent la première orientation, toutes celles de la rive droite offrent la seconde.

En outre, la constitution géologique du sol est tellement complexe dans cette partie des Pyrénées, il y a une telle intrication des couches siluriennes schisteuses traversées par des bandes de schistes calcaires ou dolomitiques que la terre végé-

tale n'y présente pas des différences très marquées sur de grandes étendues au point de vue de sa composition chimique. Aussi les espèces végétales sont-elles distribuées à cet égard d'une façon presque uniforme.

Malgré la richesse assez grande de sa végétation, la vallée d'Aure paraît avoir été peu explorée par les botanistes. Dans les diverses flores des Pyrénées et dans les flores plus générales, on trouve rarement indiquées les localités situées dans cette vallée ou dans les vallées secondaires qui en dépendent; Zetterstedt, qui comprend la vallée d'Aure dans la flore qu'il étudie (1), a parcouru toutes les vallées qu'il indique sauf la vallée d'Aure. C'était une raison de plus pour publier les documents recueillis sur les plantes de cette contrée.

II. — LES ZONES VÉGÉTALES.

L'étude de la distribution des espèces en altitude relative permet d'établir les zones que l'on distingue ordinairement dans les régions montagneuses :

1° La *zone inférieure des montagnes* qui s'étend au fond des vallées et s'élève jusqu'à des altitudes assez élevées sur les versants exposés au Sud;

2° La *zone subalpine* ou région des Sapins, parfois difficile à délimiter sur ces mêmes versants;

3° La *zone alpine inférieure;* c'est dans cette zone que se trouvent compris les hauts pâturages;

4° La *zone alpine supérieure* située à la base de la région des neiges perpétuelles.

Examinons successivement ces diverses zones; il est d'abord nécessaire de savoir par quelles plantes on peut les caractériser et il est utile de faire une étude de la végétation dans les localités principales de chacune de ces zones; ensuite nous chercherons quelles sont les limites qui les séparent.

(1) Zetterstedt, *Plantes vasculaires des Pyrénées principales*, Paris, 1857.

I. — *Zone inférieure des montagnes.*

On a appelé cette zone « région des vallées profondes » ; on pourrait aussi la désigner plus exactement sous le nom de zone des Chênes.

C'est là que se trouvent les champs cultivés et les prairies inférieures. C'est donc surtout sur les escarpements des rochers, sur les pentes incultes, dans les bois ou sur le bord des rivières et des ruisseaux qu'il faut y chercher les caractéristiques de la végétation spontanée.

On remarque dans cette zone un certain nombre de plantes tout à fait méridionales qui luttent avec les plantes de régions plus tempérées ou qui forment comme de petites colonies sur les versants bien exposés au Midi.

1° *Étude détaillée de diverses localités.* — Avant de dresser la liste des espèces généralement caractéristiques de cette zone, passons en revue les localités différemment exposées pour étudier leur végétation.

Commençons par le fond de la vallée principale. Les arbres sont surtout des Chênes que forment çà et là, au bas des montagnes, des bois assez importants, puis des Saules et des Aunes, près de la Neste d'Aure ou des ruisseaux, des Peupliers, des Sureaux, des Frênes.

La liste suivante comprend les principales espèces d'arbres répandus dans la vallée et dans les bois qui la bordent :

Tilia silvestris.
Fraxinus excelsior.
Alnus glutinosa.
Betula alba.
Populus nigra.
Populus Tremula.
Salix capræa.
Salix aurita.
Salix alba.
Salix viminalis.
Salix purpurea.
Salix incana.
Salix rubra.
Corylus Avellana.
Quercus Robur (sessiliflora).

Les principaux arbrisseaux sont les *Myricaria germanica* dans les délaissés de la Neste et de ses affluents ; les *Clematis Vitalba*,

Prunus Padus, *Prunus spinosa*, *Acer campestre*, *Lonicera Periclymenum*, *Viburnum Lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Rubus*, *Rosa*, *Cratægus Oxyacantha*, dans les haies ou dans les bois; les *Sarothammus scoparius*, *Genista Scorpius*, *Amelanchier vulgaris*, *Hedera Helix*, *Buxus sempervirens*, sur les pentes ou sur les rochers.

Comme type de la végétation des coteaux incultes et non boisés, on peut citer la végétation qui se trouve à la base de la montagne située entre Cadéac et Ancizan.

Au milieu des divers arbrisseaux, la plupart de ceux qui viennent d'être cités, et parmi lesquels l'espèce méridionale *Genista Scorpius*, on trouve les plantes suivantes :

1° Comme abondantes et caractéristiques :

Helleborus fœtidus.	Sedum altissimum.
Dianthus monspessulanus.	Scofularia canina.
Ononis Natrix.	Rumex scutatus.
Lathyrus silvestris.	Melica nebrodensis.

2° Comme abondantes, mais moins caractéristiques :

Reseda lutea, var.	Inula Conyza.
Sisymbrium acutangulum.	Campanula Trachelium.
Saponaria officinalis.	Campanula rotundifolia.
Daucus Carota.	Vincetoxicum officinale, var.
Pimpinella saxifraga.	Linaria supina.
Galium Mollugo.	Origanum vulgare.
Carduus nutans.	Galeopsis Ladanum.
Centaurea Scabiosa.	

3° Comme moins abondantes, mais sur les rochers exposés au Midi :

Saponaria ocymoides.	Thymus vulgaris.
Fumaria vulgaris.	Ceterach officinarum.

A titre d'exemple de la végétation des bois, dans cette zone, on peut choisir le bois de chênes qui est traversé par la route d'Arreau à Lançon et qui s'étend entre 700 et 900 mètres d'altitude, au-dessus de Cadéac.

Avec les Chênes on trouve des Noisetiers, des Tilleuls, des

Frênes et surtout, dans la partie la plus élevée, des Hêtres et des Bouleaux. Les arbrisseaux sont surtout le Genêt-à-balais, le *Calluna vulgaris*, des Ronces, des Rosiers et le *Genista pilosa.*

Les plantes herbacées les plus répandues sont les suivantes :

Aquilegia vulgaris.
Galium Cruciata.
Lampsana communis.
Campanula Trachelium.
Pulmonaria officinalis.
Digitalis lutea.
Melampyrum silvaticum.
Calamintha Clinopodium.
Galeopsis Ladanum.
Teucrium Scorodonia.
Pteris aquilina.

Parmi les plantes moins répandues dans le même bois, on peut citer :

Sambucus racemosa.
Asperula odorata.
Prenanthes purpurea.
Solidago Virga-aurea.
Digitalis purpurea.
Teucrium pyrenaicum.
Polypodium Dryopteris.
Blechnum Spicans.

Les bois qui s'étendent entre Lançon et Gouaux, et qui atteignent jusqu'à 1150 mètres d'altitude, présentent une végétation analogue.

On voit ainsi que jusqu'à une altitude assez élevée, sauf sur les pentes exposées au Nord, la végétation ordinaire des plaines peut s'élever sans grand mélange avec les espèces de montagnes et sans espèces bien spéciales. Quelques plantes subalpines telles que le *Prenanthes purpurea* et le *Teucrium pyrenaicum* indiquent seules le voisinage des montagnes. Ce qui est le plus remarquable, c'est l'abondance du *Melampyrum silvaticum*, plante de la région subalpine supérieure en Dauphiné, qui se trouve ici à de basses altitudes, même à l'exposition du Sud.

C'est ainsi que *sur le même versant* (au-dessus de la route de Cadéac à Gouaux) on peut rencontrer, à une altitude plus élevée que cette plante alpine, le *Genista Scorpius*, déjà cité plus haut, et qui est une espèce méridionale.

Cet exemple montre donc une fois de plus, d'une manière évidente, qu'il n'y a rien de déterminé dans la distribution des espèces, non seulement en altitude absolue, mais même en altitude relative. Et il s'agit ici d'espèces très répandues formant le

fond de la végétation; on ne saurait attribuer leur présence en ces localités à des causes purement accidentelles (1).

La lutte entre les espèces joue ici évidemment un rôle important. Ainsi, quant au *Melampyrum silvaticum*, on pourrait remarquer que le *Melampyrum nemorosum* est très répandu dans la région des Alpes où la première espèce est rejetée à la partie supérieure de la région subalpine et même dans les prairies de la région alpine inférieure. Si on étudie avec soin la répartition de ces deux espèces, dans la chaîne de Belledonne, près de Grenoble par exemple, on voit clairement que le *Melampyrum nemorosum* l'emporte sur l'autre espèce du même genre dans la région inférieure des montagnes et à la base de la région subalpine. Dans les Hautes-Pyrénées, où le *M. nemorosum* n'existe pas, le *M. silvaticum* n'est plus limité aux régions élevées et on le trouve en abondance jusque dans les bois de la plaine, aux environs de Tarbes par exemple. Cette plante n'a plus à lutter alors qu'avec le *M. pratense*, et dans la région inférieure des montagnes cette dernière espèce a le dessous.

Quant au *Genista Scorpius*, il semble avoir remplacé les *Ulex* et il entre en lutte avec le *Sarothamnus scoparius*. Ici, la composition chimique du sol intervient dans une certaine limite, sur les sols calcaires c'est la première des deux Papilionacées qui l'emporte; sur les sols siliceux, c'est la seconde. Mais là encore, on peut très bien voir que la composition chimique du sol n'a rien d'absolu. En l'absence du *Sarothamnus*, le *Genista Scorpius*, dans les régions chaudes par exemple, tolère les sols siliceux. En l'absence de cette dernière espèce, à des altitudes plus élevées, par exemple, le *Sarothamnus scoparius* tolère les sols calcaires; j'ai trouvé cette espèce sur un sol riche en carbonate de chaux en plusieurs points de la vallée d'Aulon. Enfin, lorsque les deux plantes luttent ensemble, elles se cantonnent sur des terrains différents, bien qu'en certains points on puisse les trouver à la fois.

(1) J'ai cité d'autres exemples de renversement dans les altitudes aussi nets que celui du *Melampyrum silvaticum;* tels sont les *Campanula barbata* et *Astrantia minor*, en Haute-Savoie et en Dauphiné (*Revue générale de Botanique*, 1889, p. 82).

On trouve aussi à des altitudes plus basses un singulier mélange d'espèces; c'est ainsi que M. Bourdette a noté les plantes suivantes au calvaire d'Arreau, à environ 700 mètres d'altitude :

Dianthus Carthusianorum.
Sarothamnus scoparius.
Genista pilosa.
Genista sagittalis.
Trifolium glomeratum.
Ornithopus perpusillus.
Alchimilla alpina.
Pirus communis.
Sempervivum tectorum.
Tordylium maximum.
Lonicera periclymenum.
Senecio silvaticus.
Senecio viscosus.
Serratula tinctoria.
Xeranthemum cylindraceum.
Arnoseris minima.
Vaccinium Myrtillus.
Galeopsis Ladanum.
Rumex scutatus.
Rumex Acetosella.
Nardurus Lachenalii (1).
Asplenium septentrionale.

Dans les prairies basses de la vallée, on trouve parfois des espèces subalpines qui luttent avec les espèces de plaine. Je citerai, près de Cadéac, l'*Astrantia major* qui domine dans certains prés.

Dans les endroits humides et dans les prés de la zone inférieure des montagnes, on peut noter comme répandus :

Parnassia palustris.
Carum verticillatum.
Menyanthes trifoliata.
Crocus multifidus.
Polygonum Bistorta.
Potamogeton natans.
Sparganium ramosum.

Notons encore un certain nombre d'espèces moins communes que les précédentes, mais qui caractérisent surtout les parties les plus élevées et bien exposées de la région inférieure des montagnes. Ce sont :

Hepatica triloba.
Rhamnus catharticus.
Cytisus capitatus.
Coronilla minima.
Laserpitium latifolium.
Libanotis montana.
Valeriana montana.
Carlina acanthifolia.
Carlina acaulis.
Leucanthemum corymbosum.
Ramondia pyrenaica.
Satureia montana.
Globularia nudicaulis.
Daphne Laureola.
Epipactis latifolia.

Enfin, il faut nécessairement signaler dans la région de la

(1) Cette espèce, nouvelle pour le département des Hautes-Pyrénées, a été découverte à cette localité par M. Bourdette. Je l'ai retrouvée près d'Ancizan.

vallée d'Aure, qui est le plus en amont, des plantes subalpines qui se trouvent très répandues sur les pentes au milieu de la zone inférieure des montagnes, telles sont les *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga longifolia*, *Valeriana pyrenaica* qu'on observe sur les éboulis au delà de Saint-Lary.

2° *Espèces caractéristiques de la zone inférieure des montagnes.* — En éliminant les plantes qui se retrouvent en abondance dans la zone subalpine ou même dans la zone alpine et en se bornant aux espèces qui sont répandues presque partout dans la zone inférieure des montagnes ou qui sont très caractéristiques, on peut dresser la liste suivante :

Helleborus fœtidus.
Aquilegia vulgaris.
Saponaria officinalis.
Reseda lutea.
Rhamnus catharticus.
Genista Scorpius.
Genista pilosa.
Prunus spinosa.
Cratægus Oxyacantha.
Amelanchier vulgaris.
Sedum altissimum.
Libanotis montana.
Carlina acaulis.
Centaurea Scabiosa.
Inula Conyza.
Campanula Trachelium.
Scrofularia canina.
Origanum vulgare.
Satureia montana.
Globularia nudicaulis.
Buxus sempervirens.
Rumex scutatus.
Alnus glutinosa.
Populus nigra.
Salix capræa.
Salix alba.
Salix viminalis
Corylus Avellana.
Quercus Robur.
Melica nebrodensis.

(*A suivre.*)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MODIFICATIONS DES FEUILLES

CHEZ LES PLANTES MARITIMES

Par M. Pierre LESAGE (*Suite*).

4° *Les nervures.* — J'ai comparé les nervures analogues, le plus souvent la médiane, en des points correspondants, dans les plantes qui ont montré des variations d'épaisseur de la feuille. Il en résulte que, à part 2 ou 3 espèces, quand il n'y a qu'un faisceau libéro-ligneux, ce qui a été le cas le plus général pour les espèces étudiées, ce faisceau présente des dimensions un peu plus grandes quand la feuille est plus épaisse, mais ces dimensions ne sont pas forcément augmentées dans la même proportion que les épaisseurs. Il suffira de donner quelques nombres pour rendre plus exactement ce qui précède.

J'ai bien vu chez le *Crithmum maritimum* pour les épaisseurs :

VM.	225
VT.	125

quand les deux axes de la section du faisceau libéro-ligneux médian sont représentés par :

VM.	65-60
VT.	35-30

Mais chez le *Silene maritima*, si les épaisseurs sont données par :

VM.	168
VT.	60

les axes ne sont plus dans les mêmes rapports, comme on le voit par les nombres suivants :

VM.	23-30
VT.	16-16

5° *Les vaisseaux.* — J'ai comparé entre eux les diamètres des plus grands vaisseaux pris dans les mêmes nervures ; il y a eu peu de différences d'une station à l'autre, pour une grande variation d'épaisseur de la feuille. Je n'ai jamais vu des vaisseaux deux fois plus grands chez VM ; le plus souvent les différences ont été très faibles ou nulles.

6° *Les sécrétions : oxalate de chaux*, *tannin*, etc... — J'ai relevé, chaque fois que l'occasion s'en est présentée dans le cours de mes recherches, les quantités de cristaux en oursins trouvés dans le mésophylle ; sur 14 cas, 7 ont présenté plus de cristaux chez VM, 7 chez VT ; le sable amorphe se retrouve plus souvent chez VM du *Lycium barbarum*, mais aussi plus souvent chez VT du *Solanum Dulcamara.*

Le *Lotus corniculatus* de l'intérieur présente des cellules à tannin plus nombreuses que celui de Rennes ; mais l'*Armeria maritima* porte beaucoup plus de plombagine dans les feuilles du bord de la mer, dans celles de Rothéneuf.

Dans ces renseignements nous ne trouvons rien qui permette de dire que les sécrétions soient ou favorisées ou ralenties par le voisinage du bord de la mer.

7° *La chlorophylle.* — Dans certains cas je n'ai pu voir si la chlorophylle était plus ou moins abondante dans les feuilles de VM ou dans celles de VT. Dans d'autres la chose a été plus facile. C'est ainsi que le *Thesium humifusum* montre une grande différence à cet égard ; il en est de même pour le *Cakile maritima :* les grains sont beaucoup plus petits dans la plante maritime.

Dans certaines espèces, les grains de chlorophylle, d'un diamètre égal, sont moins abondants dans les cellules d'assises correspondantes du mésophylle, comme on le voit pour l'*Atriplex portulacoides.*

Dans d'autres, les grains, plus ou moins inégaux, sont moins nombreux dans des cellules de même assise, comme on peut le voir dans les feuilles du *Trifolium arvense*.

Enfin ces mêmes grains, dans des cellules analogues, sont beaucoup plus petits sans être relativement plus nombreux. C'est ce que l'on observe chez le *Ranunculus sceleratus*.

En résumé, on ne peut pas toujours constater des différences dans la quantité de chlorophylle; mais, quand la chose est possible, on reconnaît que les plantes du bord de la mer ont une tendance à avoir moins de chlorophylle. C'est ce que j'ai pu vérifier sur les espèces suivantes :

Scolopendrium officinale.
Ruppia maritima.
Alisma Plantago.
Suaeda maritima.
Atriplex portulacoides.
Beta maritima.
Thesium humifusum.
Ranunculus sceleratus.
Glaucium luteum.
Diplotaxis tenuifolia.
Cakile maritima.
Mercurialis annua.
Trifolium arvense.
Anthyllis Vulneraria.
Lotus corniculatus.
Silene maritima.
Spergularia rubra.
Arenaria peploides.
Ligustrum vulgare.
Lycium barbarum.
Scrophularia aquatica.
Plantago maritima.
Chrysanthemum inodorum.
Inula crithmoides.
Tussilago Farfara.
Aster Trifolium.

Il convient d'ajouter que la chlorophylle est relativement moins développée chez VM que chez VT pour le *Psamma arenaria*, le *Glyceria maritima* et le *Lepturus filiformis*.

Si nous résumons les résultats obtenus, nous verrons que, sur les 8 cas considérés, 3 seulement ont donné des différences suffisantes pour leur attribuer un sens déterminé; en y ajoutant la considération de l'épaisseur de la feuille, nous arrivons aux quatre conclusions suivantes :

1° *Les plantes qui vivent sur le bord de la mer y prennent des feuilles plus épaisses. Toutes les plantes ne suivent pas forcément cette règle.*

2° *La variation d'épaisseur est accompagnée d'un grand développement du tissu palissadique.*

3° *Les lacunes et les méats intercellulaires tendent à se réduire dans les feuilles du littoral.*

4° *La chlorophylle tend à être moins abondante sur le bord de la mer, que ce soit par réduction du volume ou par réduction du nombre des grains de chlorophylle.*

Ces conclusions précisent et augmentent celles que M. Costantin (1) tire de la morphologie externe. Nous lisons en effet : « Le développement des plantes dans les terrains salés détermine à des degrés divers un épaississement des feuilles, des tiges et des fruits, un changement dans la nuance verte de la plante, et dans quelques cas une production abondante de poils sur tout l'individu. »

L'épaisseur plus grande de la feuille de VM n'était plus à démontrer ; mais il y avait à faire voir que toutes les plantes ne l'acquièrent pas nécessairement.

Le changement dans la nuance verte est, d'après mes résultats, une tendance à la diminution de la chlorophylle dans les cellules du mésophylle des échantillons les plus soumis à l'influence du sel marin.

L'*Atriplex portulacoides* en particulier a montré un plus grand développement des papilles sur VM ; je cite ce cas pour compléter la comparaison.

(1) Costantin, *La flore du littoral* (Journal de botanique, 1re année, n° 3, p. 45. 1887, Paris).

SECONDE PARTIE

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE PREMIER

CULTURES

Je me suis proposé de cultiver trois espèces :

Pisum sativum.
Linum grandiflorum.
Lepidium sativum.

Pour modifier autant que possible les conditions de milieu, j'ai considéré quatre cas caractérisés, au début de la culture, de la façon suivante :

Sol constant, arrosage variable..	1° au chlorure de sodium. 2° à l'eau de mer.
Arrosage constant, sol variable..	3° terreau et chlorure de sodium. 4° terreau et tangue.

Il est utile de connaître la composition chimique, quant aux chlorures, des matériaux employés.

Le sol, constant au début des opérations, était représenté par un terreau accusant 1gr,650 de chlorures par kilogramme (1).

L'eau de mer employée marquait 33gr,760 de chlorures par litre.

La tangue, venant de Moidrey, renfermait au moment de

(1) Tous les essais des chlorures ont été faits par le nitrate d'argent jusqu'à la coloration en rouge due à la présence d'un peu de chromate de potassium (on rapporte tout au chlorure de sodium). Agenda du chimiste, n° 230, p. 198. Paris, 1881.

son emploi 7gr,376 de chlorures par kilogramme ou encore 17gr,703 par litre.

L'eau de Vilaine qui servait dans les arrosages constants contenait en moyenne 0gr,056 de chlorures par litre.

La série des arrosages variables comprenait douze pots, chaque pot contenant 3 kilogrammes de terreau. Six étaient arrosés, chacun dans une proportion spéciale, avec une solution de chlorure de sodium ; les six autres avec une dilution d'eau de mer.

Les proportions du premier groupe étaient (1) :

Notation abrégée.	Eau de Vilaine.	Sel marin.
D+S 25	1 litre.	25 gr.
D+S 12,5	Id.	12,5
D+S 5	Id.	5,0
D+S 2,5	Id.	2,5
D+S 1,66	Id.	1,66
D+S 1	Id.	1,00

Celles du deuxième groupe :

Notation abrégée.	Eau de Vilaine.	Eau de mer.
M	0	pure
D 1/2 +M 1/2	1/2	1/2
D 4/5 +M 1/5	4/5	1/5
D 9/10 +M 1/10	9/10	1/10
D 14/15+M 1/15	14/15	1/16
D 24/25+M 1/25	24/25	1/25

La série des arrosages constants comprenait dix pots contenant chacun 3 kilogrammes de terre dont la composition était variable ; ils devaient toujours être arrosés à l'eau de Vilaine.

Voici le groupe terreau et sel marin :

Notation abrégée.	Terreau.	Sel marin.
T+500 S	2500 gr.	500 gr.
T+250 S	2750	250
T+125 S	2875	125
T+ 55 S	2915	55
T+ 25 S	2975	25
T+ 11 S	2956	11

Le dernier groupe était formé de quatre pots où de la tangue non lavée fournissait le sel marin.

(1) Pour éviter les longueurs dans le texte, je désigne chaque culture en me servant d'une notation abrégée indiquée à gauche dans les quatre tableaux qui suivent.

Les mélanges étaient faits de la façon suivante :

Notation abrégée.	Terreau.	Tangue.	Chlorures apportés par la tangue.
t	0	pure	22gr,128
T 1/2+*t* 1/2........	1/2	1/2	11 ,064
T 3/4+*t* 1/4.........	3/4	1/4	5 ,532
T.....................	pur	0	0 ,000

L'ensemble comptait donc 22 pots par espèce et 66 pour les trois plantes étudiées.

La disposition la meilleure avait été prise pour aérer les plantes et surtout leur donner de la lumière aussi également que possible ; les pots étaient d'ailleurs aux trois quarts enfoncés dans le sol pour garder l'humidité.

Le tout était placé dans un jardin très bien éclairé, convenablement aéré et plutôt sec qu'humide.

Les graines, choisies avec soin, ont été semées le 16 avril 1888 et, le 28 avril, je commençais les arrosages.

Le soir, j'arrosais les deux premiers groupes avec les dilutions préparées ; par ailleurs, avec de l'eau de Vilaine ; le matin, avec de l'eau de Vilaine partout.

Chaque pot recevait 40 centimètres cubes ; le 8 mai, je portais cette quantité à 50 centimètres cubes, le 18 mai à 75 centimètres cubes et, le 1er juin, voyant que la pluie tombait assez souvent, je n'ai plus arrosé les D+S et les D+M qu'avec les dilutions préparées, quand cette pluie me le permettait. Enfin, le 6 juin, il devint nécessaire d'arroser chaque pot avec 100 centimètres cubes, étant donné le mauvais temps qui me forçait à espacer un peu trop mes arrosages.

Nous allons suivre dans le chapitre II le développement des trois plantes dans les différentes conditions qui leur sont faites ; mais, avant d'en arriver là, il me semble bon que le degré de salure soit parfaitement fixé pour chaque pot, surtout dans les deux premiers groupes, afin de se rendre compte des rapports possibles dans toute la série.

Exagérée dans le groupe terreau et sel, la salure n'est que convenable, le plus souvent, dans le groupe terreau et tangue ; le sel apporté par les arrosages est en assez faible quantité relati-

vement au poids du sol sur lequel il est versé ; cela ne l'empêche pas d'être d'un effet déplorable sur la plante, par exemple dans les arrosages D + S 25 et M.

Comme j'ai fait mes principales récoltes le 10 et le 28 juin, voyons, à ces dates, quelles sont les quantités de chlorures reçues par chaque pot.

Dans les groupes des D + S et des D + M.

	Au 10 juin.	Au 28 juin.
D+S 25	56gr,250	90 gr.
D+S 12,5	28 ,125	45
D+S 5	11 ,250	18
D+S 2,5	5 ,625	9
D+S 1,66	3 ,750	6
D+S 1	2 ,250	3,600
M	74gr,250	118gr,800
D 1/2+M 1/2	37 ,125	59 ,400
D 4/5+M 1/5	14 ,850	23 ,760
D 9/10+M 1/10	7 ,425	11 88
D 14/15+M 1/15	4 ,950	7 ,920
D 24/25+M 1/25	2 ,970	4 ,750

Il serait juste d'ajouter par pot les 5 grammes de chlorures apportés par les 3 kilogrammes du terreau employé.

Nous pourrions établir avec les données ci-dessus une échelle de cette salure dans tous les groupes et aux deux époques citées. Nous verrions que, au 10 juin, D + S 12,5 a reçu plus de sel que la tangue pure n'en contient, mais qu'on lui en a moins fourni qu'à T + 25 S dans les mélanges terreau et sel ; D + S 25 correspondrait à peine à T + 55 S.

Il en serait de même pour les D + M.

Au 28 juin, D 4/5 + M 1/5 et D + S 5 ont reçu autant de sel ou presque autant que la tangue pure en renferme ; il en a été fourni à D + S 25 plus qu'à T + 55 S, mais moins qu'à T + 125 S.

Remarquons que la tangue pure contient moins de sel que le mélange T + 25 S.

En somme la série la plus faible est représentée par le groupe terreau et tangue, celle de la plus forte salure est formée par les mélanges terreau et sel. Les arrosages variables représentent

la moyenne ; mais le fait de distribuer le sel aux plantes par des arrosages est loin d'être absolument comparable à celui de le distribuer préalablement dans le sol.

Dans ces expériences je cherche moins à atteindre une rigoureuse exactitude qu'à voir s'il existe des conditions de salure capables de provoquer la carnosité et de reproduire les faits que j'ai signalés dans la nature.

C'est dans ce but que j'ai exagéré les proportions des mélanges terreau et sel ainsi que la dose des arrosages salés.

Dans le cours d'agriculture de Gasparin, nous lisons (1) : « Après 0,02 de sel, la terre est impropre à la culture et ne porte plus que des plantes propres aux terrains maritimes, et ces dernières cessent d'y croître si la dose s'élève à 0,05. »

On lit encore à la même page : « Julia Fontenelle portait à 0,04 et à 0,06 la quantité de sel marin que peuvent contenir les terres salées propres à la culture aux environs de Narbonne. Au-dessus la végétation cesse, excepté pour la soude, qui ne végète plus quand la proportion atteint 0,12 ou 0,14. »

En préparant des sols où le sel entrait pour 1/6, 1/12, etc., dans le but d'y cultiver les plantes, j'étais donc assuré de dépasser la limite de la végétation possible.

Les arrosages à l'eau de mer pure ou bien à l'eau de Vilaine contenant 25 grammes de chlorure de sodium par litre devaient aussi être funestes, surtout à des cultures en pots ; je les ai employés.

J'avais, sur ces différents cas, chance de produire la carnosité dans plusieurs ou, au moins, dans l'un d'eux si cette production était possible. J'ai réussi surtout pour le *Lepidium sativum* cultivé en 1888 ; j'ai obtenu, pour la même plante, des résultats plus nets encore dans la culture de 1889 entreprise en semant les graines récoltées avec soin dans les pots de l'année précédente et traitées exactement de la même façon.

(1) *Gasparin*. Cours d'agriculture, t. I, p. 297 et 298.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES ESPÈCES CULTIVÉES ET RECHERCHE DES DIFFÉRENCES

Pisum sativum. — Au 25 avril tout avait germé dans les pots excepté le groupe terreau et sel où l'apparition s'est faite : en T + 11 S au 26 avril, le 30 avril en T + 25 S, le 2 mai en T + 55 S, en T + 250 S, et le 10 mai, en T 125 S.

Disons que les pots T + 125 S et T + 250 S n'ont jamais rien donné : les pieds poussés sont pourris sur terre. Je n'ai donc eu que T + 11 S ; T + 25 S et T + 55 S à étudier.

Dans les groupes des D + S et des D + M, les pieds, tous parus, ont, dans certains pots, perdu de leur vigueur, se sont flétris, puis desséchés parce qu'ils ne pouvaient supporter l'arrosage qui leur était servi. C'est ainsi que le 28 mai M se dessèche, D 1/2 + M 1/2 se fane: il en est de même pour D + S 25 et D + S 12,5. Au 10 juin D 1/2 + M 1/2; D + S 25 sont desséchés, D + S 12,5 souffre beaucoup et se dessèche les jours suivants.

Au 19 juillet, je n'avais plus que D + S 5 ; D + S 2,5 ; D + S 1,66 ; D + S 1 ; D 9/10 + M 1/10 ; D 14/15 + M 1/15 ; D 24/25 + S 1/25 ; T + 55 S ; T + 25 S ; T + 11 S et tout le groupe terreau et tangue.

Les dimensions extérieures étaient très variables, mais allaient en diminuant du sol le moins salé au plus salé.

Je rapporterai toujours la comparaison aux échantillons types du pot où il n'y avait que du terreau et que j'arrosais seulement à l'eau de Vilaine.

J'ai fait trois cueillettes de feuilles : le 13 mai, le 10 juin et le 19 juillet. A chaque fois je prenais des feuilles de même ordre sur la tige, c'est-à-dire de même âge et complètement développées.

Récolte du 13 *mai.* — Au 13 mai, je n'ai trouvé sur les coupes en des points comparables que des différences d'épaisseur. Les

feuilles les plus épaisses étaient celles de D 1/2 + M 1/2; D + S 2,5; T 3/4 + S 1/4 et celles de T + 55 S; les plus minces étaient celles de T et de T + 11 S.

Récolte du 10 juin. — Au 10 juin, les épaisseurs les plus grandes sont celles des feuilles de D + S 2,5; D + S 12,5; T + 55 S et de T; les feuilles les plus minces sont celles du mélange de la tangue. Une autre différence tend à se manifester, mais très faiblement. Le mésophylle bifacial ne présente qu'une assise de cellules en palissades. Dans les feuilles de D + S 12,5; D + S 2,5; T + 55 S, ces palissades sont plus allongées que dans celles de T; il y là correspondance avec l'épaisseur. Dans les feuilles de D 4/5 + 1/5 il semble y avoir tendance au dédoublement de l'assise qui est unique dans les cas précédents.

Récolte du 19 juillet. — Au 19 juillet, les différences ne sont pas beaucoup plus accentuées. Cependant l'épaisseur est plus grande, avec les palissades plus allongées dans les feuilles de D 9/10 + M 1/10; T + 25 S; D + S 5; D + S 2,5 que dans celles de T. De plus D + S 2,5 et T + 25 S tendent à avoir de la chlorophylle moins abondante qu'ailleurs; c'est surtout dans les cellules palissadiques de D 9/10 + M 1/10 que la chlorophylle paraît le plus réduite, les grains y semblent plus petits et, relativement aux dimensions de la cellule, un peu moins nombreux. On peut avoir une idée de cette différence en comparant les figures 3 et 4 de la planche 9 qui représentent une cellule palissadique de D 9/10 + M 1/10 et de T.

Les épidermes varient, mais sans rapport avec l'épaisseur de la feuille, la salure du sol et on trouve des contradictions.

L'épaisseur de la paroi externe des cellules épidermiques ne change pas sensiblement.

Les nervures sont développées proportionnellement aux dimensions extérieures de la feuille.

Les vaisseaux ne donnent pas de différences qui puissent se rattacher aux différences des conditions faites aux plantes.

En somme, je ne retiens que les trois points suivants :

1° *L'épaisseur de la feuille est plus grande surtout pour les arrosages préparés;*

2° *Les palissades suivent légèrement la variation d'épaisseur;*

3° *La chlorophylle tend très faiblement à diminuer, en particulier, dans* D 9/10 + M 1/10, *relativement à ce qu'elle est dans les cellules de terreau.*

Linum grandiflorum. — Il commence à paraître au 27 avril dans les pots à arrosages variables, le 3 mai dans le groupe de la tangue et, le 5 mai, dans les pots du groupe terreau et sel: T + 11 S, T + 25 S, T + 55 S.

Les graines semées dans le pot T + 125 S n'ont donné que deux pieds parus seulement le 30 juin et dont la hauteur, au 21 juillet, était de 3 à 4 centimètres, avec une racine de 5 centimètres. Les autres pots (T + 250 S et T + 500 S) n'ont rien produit.

Les pieds poussés dans les groupes des D + S et des D + M disparaissent peu à peu, flétris, puis desséchés par les arrosages préparés: le 20 mai dans les pots M, D 1/2 + M 1/2 et D + S 25; le 31 mai dans D + S 12,5; le 20 juin dans D 4/5 + M 1/5. Il ne reste dans D + S_5 qu'un seul pied jusqu'à la récolte.

Nous n'avons fait la cueillette des feuilles qu'au 21 juillet. A ce moment les pieds allaient en décroissant de T (186^{mm}) à t (65^{mm}); de T + 11 S (165^{mm}) à T + 55 S (108^{mm}). Dans les groupes des D + S et des D + M la taille était moins régulièrement décroissante et les différences bien moins accentuées.

Les feuilles correspondantes ont une surface allant en décroissant de terreau à tangue, de T + 11 S à T + 55 S; mais, aux groupes des D + S et des D + M la feuille, comme la tige, semble aussi vigoureuse, sinon plus vigoureuse que celle de T, surtout dans les D + M.

La coupe transversale présente une épaisseur moindre dans les pots t, T 3/4 + t 1/4; T + 55 S et D + S 1,66; mais cette épaisseur est plus grande que celle de terreau dans D 9/10 + M 1/10, D 14/15 + M 1/15; D + S 5; D + S 2,5; T + 25 S; T + 11 S. Le point remarquable est que le mésophylle centrique tend à devenir complètement palissadique entre les nervures. C'est ce que l'on voit très bien dans D 9/10 + M 1/10; T + 25 S; D + S 2,5; D + S 5. Ce dernier cas est représenté dans la figure 1, pl. 9

opposée à la figure 2 qui représente la coupe de la feuille prise dans T et qui montre un mésophylle à éléments isodiamétriques vers le centre, sinon horizontaux, avec des lacunes plus développées que dans D+S5.

Ici la feuille des échantillons salés, en particulier des échantillons arrosés avec des solutions salines, est plus épaisse que celle de terreau. Ceci tient au plus grand développement en volume des palissades et surtout de leur allongement, palissades qui peuvent envahir tout le mésophylle. Ces mêmes éléments, vus de face et par transparence au travers de l'épiderme, paraissent plus serrés dans D+S5 que dans terreau; malgré cela, dans un même carré, on compte pour D+S5 120 cellules où le terreau en présente 250. Ces palissades sont donc plus larges, beaucoup plus longues et plus serrées dans D+S5, ce qui diminue d'autant les méats intercellulaires. C'est d'ailleurs ce que montrent les dessins que nous venons de voir.

Les cellules épidermiques suivent l'augmentation d'épaisseur de la feuille; leur paroi externe, cuticule comprise, n'indique pas de différence.

Les vaisseaux ne donnent rien de précis.

La chlorophylle m'a paru un peu moins abondante dans les cellules de T3/4+t1/4, T1/2+t1/2, T+55S, D9/10+M1/10 et D+S1,66 que dans celles de terreau.

Les différences s'accusent ici bien plus que dans le pois; en particulier, les palissades sont plus développées et les méats plus réduits dans la feuille la plus épaisse, celle qui vient des pots les plus salés, surtout par arrosages, que dans celle de terreau.

Lepidium sativum. — Le 22 avril, tout était levé; excepté au groupe terreau et sel où les pieds sont parus dans l'ordre suivant: le 24 avril, T+11S; le 25, T+25S; le 27, T+55S; le 29, T+125S; le 30, T+250S et, le 1^er^ mai, T+500S.

Cette espèce résiste mieux au sel que les deux précédentes. En effet, dans tous les pots les pieds poussent avec plus ou moins de vigueur, mais la végétation se manifeste, de sorte qu'au 28 juin la série est encore complète. Il est vrai de dire que M

ne possède plus qu'un pied qui serait mort si j'avais continué son arrosage spécial; je l'ai arrosé à moitié d'eau de mer. Dans D + S 25 il y a encore 4 pieds; mais M + 500 S n'en montre plus qu'un. Ces restrictions faites, le *Lepidium sativum* a fleuri partout, et dans 18 pots j'ai pu recueillir des graines que j'ai réservées pour les cultures ultérieures.

Les différences extérieures et les intérieures sont accusées. Je ne m'occuperai que de la structure de la feuille.

J'ai fait trois récoltes : au 13 mai, au 10 juin et au 28 juin. La première, pour étudier les feuilles cotylédonaires développées; la seconde pour comparer les cinquièmes feuilles au-dessous de l'inflorescence terminale; la troisième pour les quatrièmes feuilles au-dessous de la même inflorescence.

Récolte du 13 *mai*. — Rappelons que le 13 mai les arrosages étaient commencés depuis quinze jours, dès lors les groupes D + S et D + M pouvaient avoir subi assez longtemps déjà l'action de ces arrosages pour indiquer des différences.

Tout le groupe des D + S a la feuille plus épaisse ou au moins égale à celle de terreau ; du groupe des D + M, il n'y a que M qui l'ait plus épaisse ; les autres l'ont un peu plus mince. La feuille du terreau l'emporte sur toutes les autres.

J'ai représenté (fig. 5 et 6, Pl. 8) la coupe de la feuille (terreau) et celle de M ; de la comparaison il ressort nettement que, en dehors de l'épaisseur un peu plus grande pour M, les palissades y sont plus développées radialement et ont une assise en plus que dans la feuille de terreau. On peut juger de la différence, quant aux méats intercellulaires et voir qu'ils sont plus développés sur le terreau que dans M ; on peut encore vérifier ce point en étudiant les feuilles par transparence, ainsi que les palissades vues de face et prises à la chambre claire. Une autre différence consiste dans la faible quantité de chlorophylle que possède M, relativement à ce qu'en montrent les cellules de terreau.

Disons tout de suite que cette différence très nette dans certains cas ne se représente plus avec la même netteté dans d'autres cas, quand elle ne change pas de sens. Cependant, ce

qu'il y a de certain, c'est que dans les échantillons où les palissades exagèrent fortement leur longueur, il y a tendance à la diminution de la chlorophylle, et ceci se produit surtout quand la plante a été arrosée soit à l'eau de mer, soit à une solution de sel marin dans des proportions assez élevées. Nous avons déjà vu cette différence dans la nature, nous la retrouverons encore dans la suite de cette étude.

La différence des palissades indiquée par M est reproduite par D + S 25 et D + S 12,5 qui ont aussi des feuilles plus épaisses que terreau.

Les échantillons poussés dans le mélange terreau et sel présentent des palissades relativement plus développées que celles de terreau. Cependant les feuilles sont plus minces; mais le nombre des assises du tissu palissadique est plus grand, et le rapport de ce tissu au mésophylle est plus prononcé que dans terreau. C'est ainsi que T + 500 S présente des palissades qui occupent plus de la moitié du mésophylle et comptent 4 rangées quand terreau n'a que 2 rangées, et que le rapport d'épaisseur de ces 2 rangées à l'epaisseur du mésophylle est plus petit que 1/3.

Les épidermes suivent irrégulièrement la variation d'épaisseur.

Récolte du 10 *juin*. — Le 10 juin, sur 20 pots, 19 ont donné des feuilles plus épaisses que celles de terreau.

Les palissades ont une tendance à envahir tout le mésophylle comme on peut le voir pour T + 250 S, D + S 25 sur les figures 7 et 9, Pl. 8 : elles sont bien plus développées que dans la feuille de terreau (fig. 8). Les mêmes dessins nous rendent compte des dimensions relatives que peuvent avoir les lacunes.

En étudiant la feuille par transparence on voit encore que ces lacunes sont plus développées dans celle de terreau que dans celles de D + S 25, D + S 12,5, T + 250 S, T + 125 S, D 1/2 + M 1/2, etc. Les palissades supérieures et inférieures, vues de face et prises à la chambre claire, rendent très bien la même différence.

Les épidermes varient peu, même quand il se produit une plus grande épaisseur des feuilles comparées.

Dans D + S 25 la chlorophylle paraît moins abondante que

dans la feuille de terreau. Avec ce qui précède, ceci tendrait à prouver que la chlorophylle diminue avec la salure. Les plantes du groupe terreau et sel sembleraient indiquer le contraire, c'est-à-dire que, à partir de T + 11 S pour aller jusqu'à T + 250 S, la coloration verte de ces plantes devient extérieurement de plus en plus foncée.

Mais ceci tient surtout à un inégal développement des échantillons, à l'âge différent des pieds d'un pot à l'autre de ce groupe.

Remarquons, en effet, que, soit en 1888, soit en 1889, les pieds sont parus successivement de T + 11 S à T + 250 S avec des intervalles plus ou moins longs. C'est ainsi qu'en 1889, six semaines après la semaille, T + 250 S montre encore des plantes qui sortent de terre quand, dans T + 11 S, elles sont sorties dès la première semaine.

Il s'établit là une différence d'âge, un retard qui empêche une comparaison rigoureuse. Ce retard se continue jusqu'à la maturation des graines.

D'ailleurs cette apparence de coloration n'est qu'extérieure; les cellules de même ordre, dans une feuille analogue, n'accusent pas plus de chlorophylle dans T + 250 S, T + 125 S que dans terreau.

Il est même bon de dire que, à la sortie de terre, les jeunes plantules, déjà plus ou moins vertes dans les autres groupes, sont jaunâtres et même blanchâtres dans les pots fortement salés.

Cependant, pour tenir compte de ces apparences extérieures, de l'absence de différences tranchées dans les cellules chlorophylliennes, nous dirons que la chlorophylle diminue sensiblement dans les seuls cas des arrosages variables, quand les solutions présentent un degré assez élevé de salure.

(*A suivre.*)

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES

Par M. Léon FLOT (*Suite*).

Dans la Vigne-vierge, lorsque la différenciation est achevée, on n'aperçoit plus de traces de l'assise méristématique libéro-ligneuse. Le liber forme des groupes allongés radialement, larges de 3-4, épais de 6-8 cellules, qui se distinguent du parenchyme environnant par les dimensions plus petites de leurs cellules : ici aucune trace de sclérenchyme au dos des faisceaux (fig. 16).

Méristème libéro-ligneux.

Il est aujourd'hui communément admis que dans le cylindre central apparaissent d'abord des faisceaux primaires, en nombre variable suivant les espèces considérées. Puis, à une époque plus ou moins précoce, une assise de méristème primitif, déjà différenciée comme parenchyme, devient génératrice et donne d'un côté du bois secondaire, de l'autre du liber secondaire. Le type le plus connu, le schéma classique, est fourni par le Ricin.

On peut faire à ce modèle un reproche capital, c'est d'appartenir à la tigelle, dont (on vient de le voir) la structure est bien différente de celle de la tige.

Si l'on veut, comme j'ai tenté de le faire, comparer la structure primaire de la branche à celle de la tige d'un an, on se

trouve immédiatement arrêté par un obstacle imprévu : on ne trouve pas de structure primaire. Aussitôt après avoir franchi le méristème primitif, celui du point végétatif, on aperçoit sur la coupe transversale une zone continue, faisant le tour de la tige et dans laquelle les faisceaux apparaissent de plus en plus nombreux à mesure qu'on descend. Les cellules qui la composent se distinguent de leurs voisines par leur plus grande dimension longitudinale, ce qui fait que sur une coupe transversale traitée par l'hypochlorite de soude et colorée, elles se détachent en clair sur le reste du parenchyme.

En faisant des coupes longitudinales du point végétatif, on voit le cloisonnement longitudinal de cette zone se produire jusqu'au-dessous de la première feuille nettement indiquée, j'entends celle qui forme déjà une émergence de quelques cellules : l'allongement est déjà bien visible et contraste avec la forme isodiamétrique ou tabulaire du parenchyme cortical ou médullaire.

Dans les plantes où les feuilles s'accroissent rapidement, cette zone est souvent affaiblie jusqu'au sommet par les départs des faisceaux pour les feuilles.

Si maintenant on fait une coupe du Ricin, non plus dans la tigelle, mais dans la tige, on voit nettement la zone que je viens d'indiquer, affaiblie constamment d'un côté par les départs foliaires, et nulle part, si jeune que soit la tige, on ne trouve la structure du schéma. Or, si la tige d'une plante possède dans son jeune âge une structure particulière, on devrait la retrouver dans toutes les parties jeunes, ce qui n'existe pas, du moins pour la majeure partie des arbres et pour beaucoup de plantes herbacées.

Pour étudier dans de bonnes conditions la structure primaire des arbres, j'ai fait des coupes dans un chêne de 1 millimètre de longueur. On sait que dans cet arbre les cotylédons sont hypogés, la tigelle excessivement réduite et la gemmule pour ainsi dire nulle. Le point végétatif, à cet âge, est recouvert par quelques petites écailles qui jamais ne se développent en feuilles. La première différenciation consiste en l'apparition de faisceaux

primitifs, à peine indiqués, naissant dans une zone à cloisonnements très actifs, mais, à la vérité, assez confusément indiquée. Une ou deux coupes au-dessous, la zone est nette et les faisceaux s'y montrent plus distinctement. Puis elle s'accentue, les faisceaux s'organisent et enfin, dans une coupe inférieure, la zone étant bien nettement et depuis longtemps délimitée, la première trachée apparaît.

Puis le développement progresse, les faisceaux primitifs se développant beaucoup plus rapidement que les autres et faisant saillie en dehors et en dedans de la zone. A partir de ce moment, il semble qu'une impulsion nouvelle soit donnée à la croissance, les faisceaux principaux se développent avec une grande rapidité et les faisceaux secondaires commencent à faire saillie. Jusque là, les portions interfasciculaires de la zone se sont d'abord étirées radialement pour suivre cet accroissement en épaisseur, se divisant çà et là, par quelques cloisons diversement orientées, puis, très souvent, une file continue de cloisons tangentielles apparaît, et le pont méristématique est formé.

Je n'ai jamais rencontré, dans les arbres que j'ai étudiés, de faisceaux primaires différenciés au milieu d'un parenchyme homogène et reliés ensuite par un pont de méristème. Si quelquefois ce type idéal peut paraître réalisé, ce n'est que lorsque le développement rapide des feuilles donne une telle intensité au développement des faisceaux primaires, que ceux-ci semblent isolés.

Ce terme de *faisceaux primaires* que je viens d'employer semble en désaccord avec le mode d'accroissement exposé plus haut : il n'y a là qu'une apparence, car s'il n'existe pas, dans le jeune âge, de faisceaux en disposition isolée, au milieu d'un parenchyme homogène, il est facile de voir qu'ils sont cependant distincts au milieu de la zone cambiale, dont ils ont la dimension radiale, et où ils offrent, en section transversale, la figure d'une ellipse ou d'un cercle. Ils produisent ainsi des vaisseaux ligneux ou libériens proéminant en dedans et en dehors, et lorsque leur différenciation est achevée, c'est-à-dire lorsqu'ils ont produit du côté ligneux 3-6-7 files de 4-5 vaisseaux, la structure secondaire se propage avec intensité et régularité dans toute la zone

cambiale ; mais ces pointes ligneuses primaires conservent leur organisation primitive et dans la plupart des arbres, même à la fin de la première année, les files de vaisseaux annelés, spiralés, etc., sont encore entourées d'un parenchyme à parois minces cellulosiques.

Dans la région tigellaire cette structure ne se rencontre pas, et jusqu'au premier ou même au second entre-nœud, les pointes primaires n'apparaissent pas. Dès qu'elles se montrent, la région tigellaire cesse et ses caractères font place à ceux de la tige proprement dite : le sclérenchyme se développe normalement, les différentes parties de l'axe prennent les proportions relatives qu'elles ont d'ordinaire dans la région caulinaire, mais c'est surtout l'augmentation du diamètre de la moelle qui devient sensible ; le liège tigellaire peut se raccorder au même niveau ; cependant, le plus souvent, il le dépasse quelque peu.

Les faisceaux qui naissent isolément dans la zone cambiale sont ceux qui forment les traces foliaires, mais il en peut naître d'autres sur tout le pourtour de la zone de méristème. Le Noyer en est un exemple intéressant. Dans cet arbre, en effet, tout le bord interne de la région ligneuse est pourvu de petits faisceaux de 1-3 vaisseaux entourés de parenchyme cellulosique mince ; ils forment, entre les grands faisceaux principaux, de petits îlots vasculaires bien nets au bord interne de la zone continue, puissante et régulière du bois secondaire.

La partie la plus active de la zone cambiale est la couche qui forme d'un côté le bois, de l'autre le liber ; mais d'autres parties de ce méristème peuvent conserver pendant longtemps une vitalité qui les rend propres à se diviser et à produire ainsi de nouveaux éléments. C'est ainsi que dans beaucoup d'arbres, et surtout dans ceux dont la croissance est rapide, il reste, au bord interne de l'anneau de méristème libéro-ligneux, une couche peu épaisse de parenchyme dont font partie les cellules qui entourent les faisceaux primaires.

L'activité vitale de ce tissu se révèle par l'apparition de cloisons diversement orientées souvent en files continues dans quelques cellules, indiquant ainsi de petits méristèmes partiels consé-

cutifs à la différenciation de l'anneau libéro-ligneux et témoignant d'une augmentation dans le diamètre intérieur du cylindre central. On peut voir, dans le Paulownia notamment, ces files de cloisons dans les cellules du parenchyme des faisceaux. Il m'est arrivé même de rencontrer dans un Paulownia de l'année un groupe de trachées complètement entouré par un cercle de parenchyme en assises concentriques (fig. 8, pl. 6). Cela provenait de ce qu'un faisceau, au moment du passage de la tigelle à la tige, s'était détaché vers le centre; les cellules qui l'entouraient s'étaient divisées par une file de cloisons et à mesure que la tige s'élevait, le nombre des assises augmentait, de manière à présenter l'aspect de la figure 8, planche 6.

Je ne cite ce cas tératologique que pour montrer combien grande peut être l'activité de ce parenchyme; d'autres faits tendent à prouver qu'il jouit d'une certaine autonomie.

1° Dans l'Eucalyptus on y voit apparaître l'assise de méristème qui sert de point de départ à la formation du liber et du sclérenchyme internes.

2° Ses cellules à cause de leurs moindres dimensions sont toujours distinctes de celles de la moelle, même quand la moelle est cellulosique.

3° L'amidon et les produits d'assimilation s'y rencontrent en très grande abondance, alors même que la moelle en est dépourvue.

4° Dans les cas où la moelle disparaît, cette zone persiste.

5° Elle peut se lignifier (Chêne, etc.) ou rester cellulosique (Paulownia, Figuier, etc.).

6° Elle peut produire du sclérenchyme au bord interne des faisceaux (Peuplier).

7° C'est elle qui renferme les canaux sécréteurs intraligneux (Ailante, Sureau, Lierre, Robinia).

En résumé, lorsqu'on étudie la structure primaire des arbres, il semble plus conforme aux faits d'admettre que les faisceaux naissant au sein d'une zone cambiale continue peuvent former du liber et du bois sur tout son pourtour. Par suite de l'impulsion donnée par le développement des feuilles, les traces foliaires

prennent une grande extension dans le sens radial, et il semble que les faisceaux qui les forment soient nés isolément et aient été reliés ensuite par une bande de méristème. La portion interne de la zone cambiale qui fait le tour des faisceaux primaires conserve son activité et forme une zone parenchymateuse intraligneuse douée de propriétés particulières. La structure tigellaire, propre à l'embryon, ne peut être comparée à celle de la tige, ni être considérée comme sa structure primitive. Cette restriction faite, et sauf les différences dues à l'intensité du développement, l'apparition des faisceaux dans la branche d'un arbre âgé a lieu de même façon que dans la plante d'un an.

Bois.

Il serait fastidieux d'énumérer arbre par arbre les différences que j'ai constatées dans le mode de groupement des éléments ligneux; je m'arrêterai aux observations qui offrent quelque généralité ou quelque intérêt particulier.

En V, les pointes primaires proéminent dans la portion interne du parenchyme de la zone méristématique; il en est de même en A. Pendant toute la première année, les cellules qui avoisinent immédiatement les vaisseaux spiralés restent à l'état de parenchyme cellulosique, même lorsque la lignification est intense dans le bois ou dans la moelle. L'explication de ce fait a été donnée plus haut.

En T, on n'observe jamais de pointes primaires ; on constate du reste que, dès qu'en montant on arrive à celles-ci, la structure tigellaire, caractérisée par des différences dans le liège, le sclérenchyme, l'écorce, disparaît pour faire place à la structure de la tige. On conçoit facilement qu'il en soit ainsi, puisque toute cette région tigellaire résulte du développement de la région que parcourent les faisceaux pour passer de l'orientation de la racine à celle de la tige. On voit bien, à la face interne de la zone ligneuse, des vaisseaux primaires, mais leur disposition varie suivant la hauteur à laquelle on les observe ; ils sont disséminés dans la moelle, souvent séparés du bois par 2-3 assises de cellules;

dans le Groseillier, ils conservent pendant longtemps une disposition en cercle autour de la moelle et sont bien distincts du bois secondaire. Dans le Cytise (fig. 33) on voit encore l'orientation sécantielle des faisceaux à la hauteur où le liège tigellaire disparaît.

Le nombre des faisceaux est naturellement différent en T et en A ainsi que leur mode de groupement. Cela dépend en effet du nombre des faisceaux de l'embryon, qui sont seuls représentés dans la structure tigellaire. Dès que les premières feuilles normales sont formées, les faisceaux se groupent en cercle plus ou moins large et la structure tigellaire cesse. Dans la Vigne, il y a dans la tigelle quatre faisceaux ligneux ; dans le premier

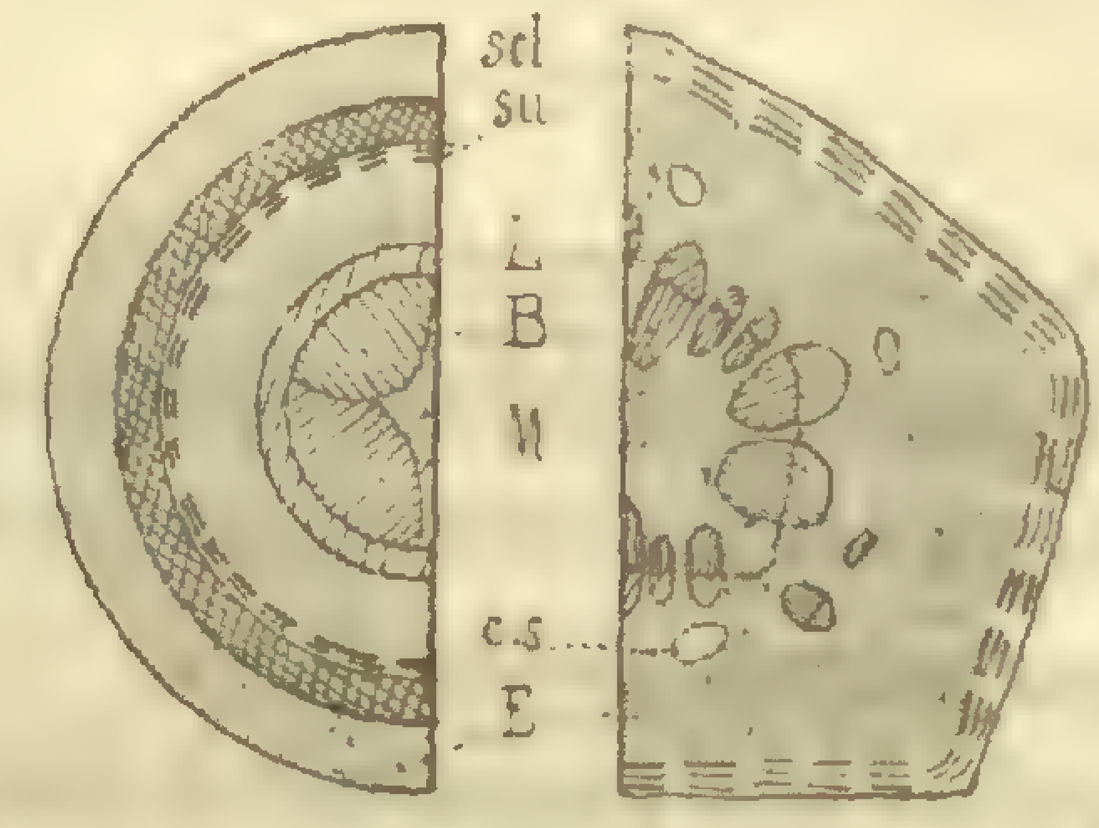


Fig. 30. — *Cèdre*. — A gauche, la région tigellaire; à droite, la tige. *scl*, couche de cellules scléreuses; *su*, assise de liège; L, liber; B, bois; M, moelle; *c.s*, canaux sécréteurs; E, écorce.

entre-nœud épicotylé leur nombre s'élève à 16 (fig. 1 et 2, pl. 3).

Quant à l'importance du développement du bois, il est à peu près le même en V et en A, toutes proportions gardées. Dans la tigelle, le bois est toujours plus développé qu'en A et présente souvent une grande abondance de parenchyme ligneux, sans vaisseaux (Noisetier).

Dans d'autres arbres, les vaisseaux y sont aussi fréquents qu'en A.

Dans les Conifères, les trachées forment des nombres variables de groupes vasculaires composés d'éléments peu nombreux auxquels est généralement adossé un canal sécréteur. Ces groupes sont au nombre de 4 dans le Cèdre (fig. 17), de 5 dans le Sapin, de 5-6 dans le Pin. Ils sont de plus en plus distincts à mesure qu'on se rapproche des cotylédons. En A et en V, les

trachées forment des bandes figurant un polygone de 4, 5, 6 côtés. En tout cas, les trachéides sont en plus grande abondance en T qu'en A ou en V.

Le bois peut être si développé dans la tigelle qu'il surpasse en valeur absolue celui de A et de V. Ainsi, dans le Cyprès, le bois tigellaire peut atteindre six fois la valeur de celui d'une branche de l'année.

Mais la lignification ne s'opère pas toujours entièrement en T, et le bois se colore par le carmin agissant après le vert d'iode. Dans le *Spartium junceum*, l'*Indigofera* par exemple, les vaisseaux et le parenchyme ligneux adjacent sont seuls lignifiés complètement, les fibres ligneuses ne le sont pas, car le vert d'iode en est chassé par le brun d'aniline.

Moelle.

La moelle se trouve, à la fin de la période végétative, lignifiée dans certains arbres, en A comme en V (Châtaignier). Dans d'autres les parois des cellules demeurent à l'état de cellulose (Marronnier, Noisetier, *Ampelopsis*). Enfin elle peut être lignifiée en V et non en A (Figuier, Bouleau).

Mais en T elle présente comme caractère d'être très réduite, à ce point que, sur sa section, on ne trouve quelquefois que 10-20 cellules, et cela même dans les arbres qui présentent en A un grand développement de la moelle (Paulownia). Quelquefois elle est un peu plus abondante (Frêne), dans ce cas on la trouve le plus souvent détruite à la fin de l'été.

La moelle du Noyer est divisée, en V, en diaphragmes épais de 6-10 cellules, séparés par des intervalles équivalents; rien de semblable n'existe dans le Noyer d'un an.

Résumé des caractères du cylindre central.

D'après ce que nous venons de voir en détail, le cylindre central possède, dans la région tigellaire, des caractères particuliers qui font de cette région un axe intermédiaire entre la

racine et la tige, tandis que la structure de la région caulinaire est, à peu de chose près, celle d'une branche terminale d'arbre âgé.

Le sclérenchyme de la région tigellaire est nul ou peu développé.

Le péricycle y est généralement abondant et peut remplacer physiologiquement le parenchyme cortical exfolié (Vigne).

Le liber y est peu abondant, les tubes criblés disposés par petits îlots; le liber interne peut être nul.

Le bois y est très développé et manque de pointes primaires: cela se comprend très facilement si l'on considère que, quant au cylindre central, la région tigellaire embrasse tout l'espace dans lequel les faisceaux passent de l'orientation centripète à l'orientation centrifuge.

Appareil sécréteur.

Lorsqu'un arbre âgé présente dans ses parties jeunes des canaux sécréteurs, on observe des modifications importantes dans l'appareil de la sécrétion chez les plantes d'un an et dans les branches de dessous.

En ce qui concerne ces dernières, les canaux sont beaucoup plus développés, par exemple dans le Ginkgo et dans le Sureau, où ils se présentent soit avec un diamètre beaucoup plus grand (Ginkgo), soit en nombre plus considérable (Sureau).

Si l'on compare une branche de lierre (V) à un lierre de l'année, on remarque immédiatement chez ce dernier l'absence des canaux sécréteurs si abondants en V. Le Lierre présente même une particularité intéressante. On sait qu'il sert à faire des bordures dans les parcs et qu'alors toutes ses branches sont horizontales; dans ce cas, les canaux sécréteurs sont réduits au nombre de quatre, situés deux par deux à la face supérieure et à la face inférieure.

Les Conifères présentent aussi dans l'appareil sécréteur de la région tigellaire une réduction parfois frappante (Mélèze, fig. 31).

Dans le Sureau, les canaux sécréteurs de la moelle, très faciles à reconnaître, ne sont pas visibles dans les coupes traitées par l'hypochlorite de soude. Ce n'est qu'à l'état frais qu'on peut apercevoir, dans certaines cellules, un contenu plus abondant, mais jamais on n'observe, en T, la disposition caractéristique des cellules qui forment la bordure du canal.

La tigelle du Figuier ne présente aucune trace de laticifères;

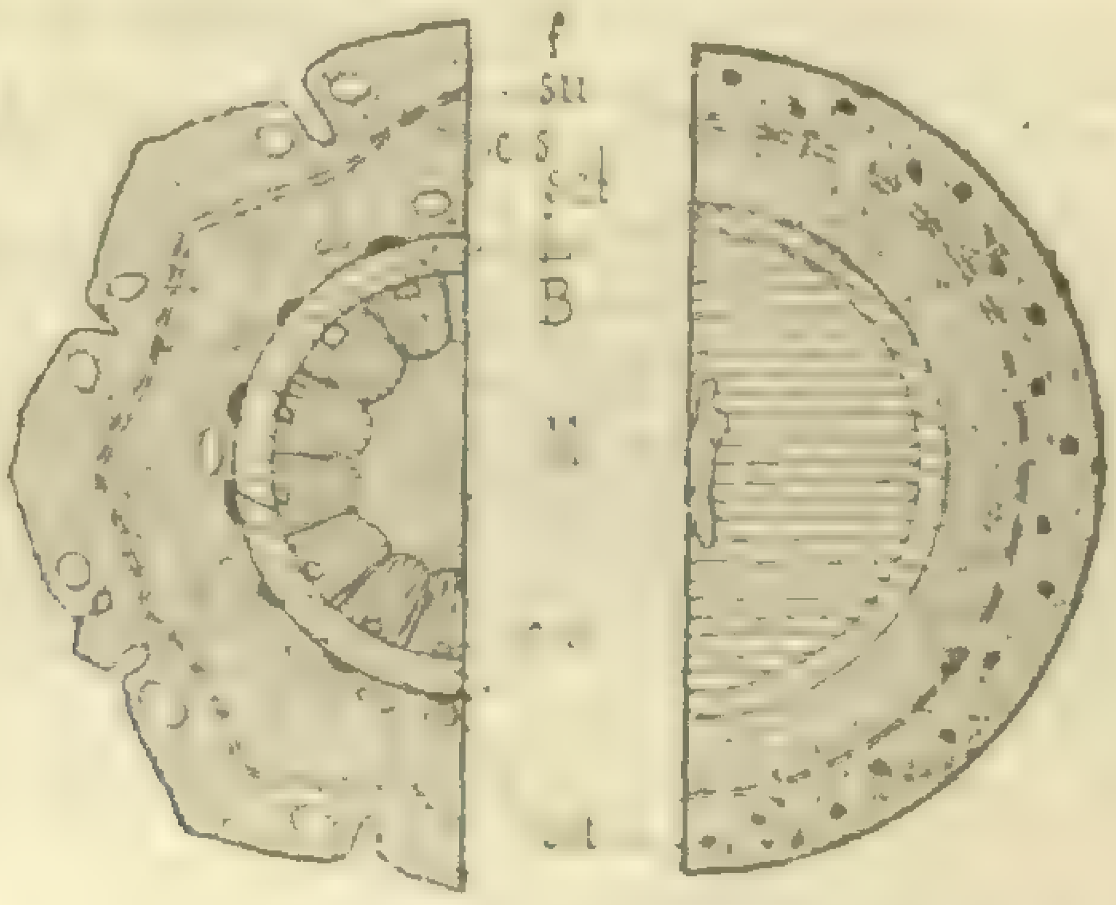


Fig. 31. — *Mélèze.* — A gauche, la tige; à droite, la région tigellaire. L, liber; B, bois; M, moelle; *f*, traces foliaires; *su*, liège; *c.s*, canaux sécréteurs; *scl*, sclérenchyme.

de même dans l'Eucalyptus et dans l'Ailante, la tigelle est dépourvue d'appareil sécréteur (fig. 6, pl. 5).

Sans vouloir préjuger cette question, qui nécessite de nouvelles recherches et qui a une assez grande importance en raison de la fixité que présentent les caractères de l'appareil sécréteur, il était bon, je crois, de signaler les particularités qui se rencontrent là encore dans la région tigellaire et qui contribuent à la différencier de la tige.

Passage de la structure tigellaire à la structure caulinaire.

Nous avons vu que la région tigellaire peut être pourvue d'un liège cortical ou même endodermique alors que la région caulinaire de la même plante d'un an possède un liège hypodermique ou en est parfois complètement privée. On peut observer dans la tigelle une absence totale de sclérenchyme alors que, plus haut, la tige en produit normalement. Il est donc intéres-

sant de savoir maintenant comment la structure tigellaire se raccorde avec celle de la tige.

La limite supérieure de l'écorce tigellaire peut presque toujours s'observer à l'œil nu : le contraste entre l'écorce ou l'épiderme exfolié et l'épiderme lisse ou velu de la région caulinaire est des plus frappants. On peut voir ainsi que, dans certains arbres, le liège exfoliateur tigellaire n'atteint pas la hauteur des cotylédons, que dans d'autres il va jusqu'aux cotylédons (Pommier), qu'il peut passer dans le premier entre-nœud (Spartium) ou enfin se rencontrer dans les premiers entre-nœuds sur une longueur plus ou moins grande (2-8 entre-nœuds sur 4-15 centimètres) (Amandier).

Dans le cas où le liège tigellaire et le liège caulinaire naissent

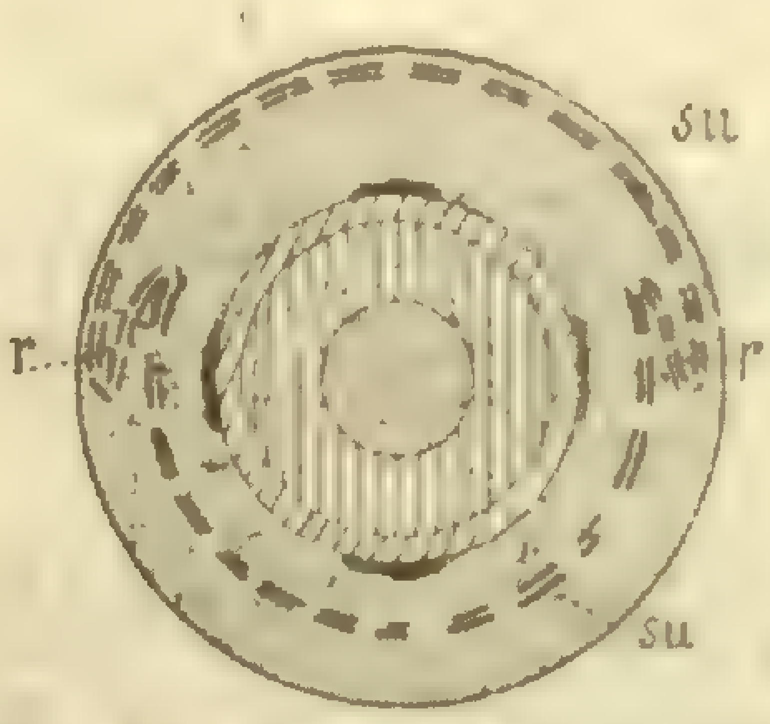


Fig. 32. — *Cytisus Laburnum.* — Région tigellaire ; *su*, assise subéreuse ; *r*, raccordement des deux lièges.

dans un même tissu, le raccordement est tout indiqué. Si les deux lièges sont hypodermiques, leur structure seule change au point de contact, celui de la tige devenant surtout un tissu protecteur et conservant l'épiderme adhérent. Si les deux lièges sont profonds, ils sont tous deux exfoliateurs et leur structure reste la même.

Le cas le plus intéressant est fourni par les arbres à liège tigellaire profond, à liège caulinaire hypodermique. Le raccordement peut être lent (Chêne) ou brusque (Cytise). Dans le premier cas, on voit la zone corticale exfoliée par le liège diminuer peu à peu d'épaisseur, la zone interne conservant ses dimensions, de sorte qu'au point de raccord il ne reste plus que l'épiderme en dehors du liège. Dans le second cas (Cytise, Hêtre), à quelque distance des cotylédons, on voit le liège tigel-

laire cortical former un brusque repli vers l'épiderme (fig. 32 et 33) dans certaines régions de la coupe transversale et y devenir sous-épidermique. Cette portion hypodermique prend une extension de plus en plus grande et, quelques millimètres plus haut, elle comprend tout le pourtour de la tigelle.

Peut-on alors, abstraction faite du cylindre central, considérer la région de la tigelle où le liège a changé de nature et de position comme appartenant à la tige, au sens usuel du mot? L'exemple du Cytise lui-même vient répondre de la manière la

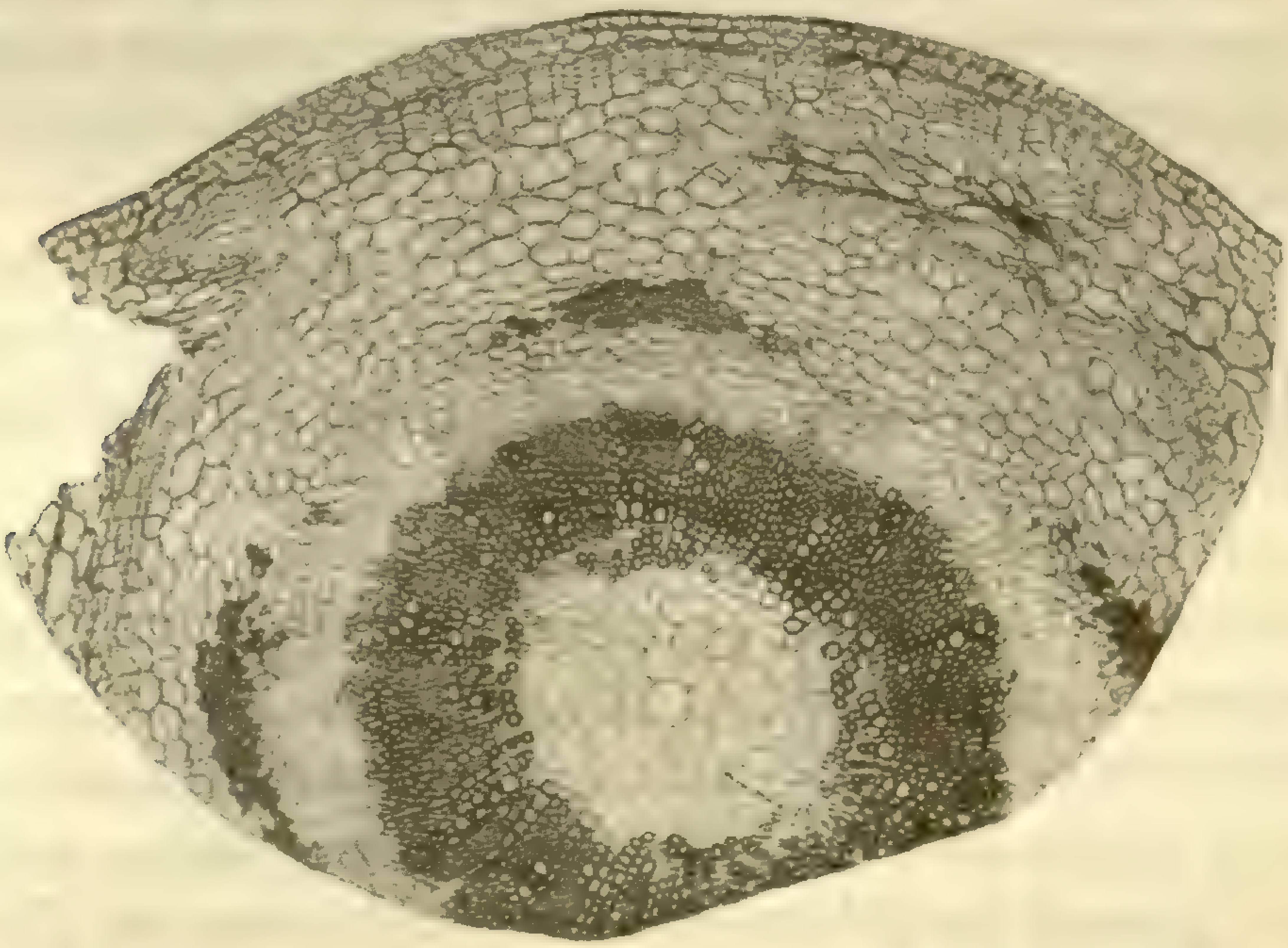


Fig. 33. — *Cytisus Laburnum.* — Région tigellaire montrant le raccordement du liège profond et du liège hypodermique; au centre, les faisceaux montrant l'orientation sécantielle.

plus claire à cette question et montrer que la tigelle possède, pour ainsi dire, une véritable autonomie. Dans cet arbre, en effet, le liège hypodermique qui succède au liège cortical dans la partie supérieure de la tigelle passe dans le premier entre-nœud et s'y termine par des arcs subéreux de plus en plus réduits; la région caulinaire ne présente pas de liège.

Considérons maintenant la façon dont s'opère le raccordement du liège péricyclique et du liège hypodermique : je prendrai comme exemple le Sainte-Lucie (*Prunus Mahaleb*).

Dans cet arbre, le liège péricyclique passe au-dessus des co-

tylédons et occupe les deux tiers inférieurs du premier entre-nœud, laissant vers l'extérieur une couche d'écorce de moins en moins épaisse. Au moment du passage, c'est-à-dire vers les deux tiers de l'entre-nœud, il ne reste plus qu'une ou deux assises corticales entre l'épiderme et le liège ; puis, en moins d'un millimètre, le passage s'opère. On voit le méristème subéreux gagner la couche hypodermique et s'y développer suivant un arc peu étendu d'abord, mais ne tardant pas à faire le tour de la tige. Suivant le rayon passant par les points de raccord, on peut voir les deux lièges séparés par une couche peu épaisse de cellules mortifiées et le passage de l'un à l'autre est si rapide qu'en faisant 8-10 coupes en série, j'ai pu en obtenir toutes les phases.

Il est aussi intéressant de savoir ce qui se passe dans les arbres qui, comme l'Amandier, la Vigne, ont un liège péricyclique dans la région tigellaire, tandis que la tige qui lui fait suite en est dépourvue.

Dans l'Amandier, le liège péricyclique passe dans le troisième entre-nœud et s'y termine en même temps que les dernières traces du renflement tigellaire. La terminaison s'opère par une diminution de l'épaisseur de la zone subéreuse. A la hauteur du deuxième nœud, les faisceaux des bourgeons axillaires se détachent en passant au dehors de la zone subéreuse qui s'interrompt et ne forment plus que deux arcs. Ces restes de la couronne subéreuse perdent peu à peu leur caractère et, à peu de distance de leur fragmentation, la zone subéreuse disparaît.

Dans la Vigne, la disparition du liège se fait progressivement. Vers le tiers inférieur du premier entre-nœud, le liège ne se laisse plus facilement reconnaître et disparaît en même temps qu'apparaît la première fibre de sclérenchyme (fig. 2, pl. 3).

CONCLUSIONS.

Des recherches qui précèdent, il paraît résulter ceci :

1° Dans la plante d'un an, on doit considérer deux régions bien distinctes : la région tigellaire, la région caulinaire.

2° Dans certains arbres, la région tigellaire seule se développe pendant la première année.

3° Au point de vue morphologique externe la branche d'un an d'un arbre âgé et la région caulinaire de l'arbre d'un an présentent peu de différences, à part celle de l'intensité du développement. La tigelle est presque toujours renflée et écailleuse, toujours glabre, même quand la région caulinaire est très poilue. Le renflement tigellaire peut *même* atteindre de grandes proportions relativement au diamètre de la tige.

La région tigellaire ne porte jamais de vraies feuilles, elle prend fin un peu avant l'apparition des premières feuilles normales.

4° Au point de vue anatomique, V et A ne présentent que des différences d'importance secondaire : la région tigellaire a, au contraire, une structure spéciale, caractérisée par :

a. — L'apparition précoce d'un liège hypodermique, cortical ou péricyclique ;

b. — Le grand développement de la zone parenchymateuse externe (écorce ou péricycle) ;

c. — L'absence de différenciation dans la zone externe de l'écorce ;

d. — La grande réduction ou l'absence du sclérenchyme ;

e. — Le grand développement du bois ;

f. — L'absence des pointes primaires et de la zone parenchymateuse circummédullaire ;

g. — La faible lignification des éléments ligneux ;

h. — La réduction du diamètre de la moelle.

5° Au point de vue physiologique V et A ne présentent presque pas de différences : la tigelle est toujours remarquable par l'accumulation des réserves.

En résumé, dans la plante d'un an pourvue de tige, la portion caulinaire peut être considérée comme l'équivalent d'une branche verticale d'arbre âgé se développant dans le prolongement d'un axe intermédiaire entre la racine et la tige (la tigelle) ; cet axe, de son côté, est produit par le développement des organes et des réserves de l'embryon.

Ce travail a été fait au laboratoire des recherches botaniques de la Faculté des sciences de Paris, sous la direction de M. Gaston Bonnier à qui j'exprime toute ma reconnaissance pour la bienveillante sollicitude qu'il m'a toujours témoignée.

EXPLICATION DES PLANCHES.

(Phototypographie directe sur cuivre.)

Planche 3.

Fig. 1. — *Vigne* (de l'année). — Région caulinaire, sans liège, sclérenchyme en îlots fasciculaires.

Fig. 2. — Région tigellaire de la même plante, montrant l'écorce peu développée, le sclérenchyme nul (une seule fibre près de l'échancrure à gauche), un liège profond ; la moelle peu développée.

Planche 4.

Fig. 3. — *Bignonia Catalpa.* — Exemple de tige avec liège hypodermique, écorce à deux zones, sclérenchyme bien développé.

Fig. 4. — *Châtaignier.* — Exemple de tigelle à liège profond, à sclérenchyme développé.

Planche 5.

Fig. 5. — *Eucalyptus globulus.* — Tige, sans liège, avec des poches à cristaux, une assise externe de sclérenchyme ; trois rangs de fibres scléreuses, un liber et un sclérenchyme interne.

Fig. 6. — Région tigellaire, avec un liège, un sclérenchyme épars, un bois très épais, moelle très réduite, liber et sclérenchyme internes *nuls*.

Planche 6.

Fig. 7. — Section transversale d'une tige de Mélèze, représentée schématiquement dans le texte figuré.

Fig. 8. — Section d'une tige de *Paulownia imperialis* montrant l'activité du méristème interne. A droite et à gauche, on voit des cloisons diversement orientées, en dehors de la moelle. Au centre de la figure, un faisceau est complètement isolé par un méristème en assises concentriques.

REVUE DES TRAVAUX

DE BOTANIQUE FORESTIÈRE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889

Les recherches faites en France et dans les divers pays de l'Europe, principalement en Allemagne, sur la botanique forestière paraissent dans des recueils spéciaux peu lus des botanistes de profession. Elles méritent cependant d'être signalées; on y trouve résolues ou étudiées de nombreuses questions relatives à l'anatomie, à la physiologie et à la pathologie des arbres forestiers. Aussi croyons-nous être utile aux lecteurs de la Revue en présentant un court résumé de travaux publiés depuis deux ans dans cet ordre d'idées, travaux dont le nombre et l'importance prouvent que les forestiers sont pénétrés de cette vérité que la connaissance approfondie de la physiologie végétale est la seule base solide de toute théorie culturale, de toute méthode de traitement, le point de départ obligé de tout progrès dans la solution des problèmes si complexes qu'ils ont à résoudre.

I. — ANATOMIE.

Il a paru dans ces derniers temps d'importantes recherches d'anatomie comparée qui ont mis en évidence les analogies de structure des familles voisines par leurs caractères floraux ou des diverses formes d'une même famille. Le Dr Müller, professeur de botanique à l'Académie forestière de Münden, vient de publier un travail très intéressant (1) conçu dans le même esprit, une sorte d'anatomie comparée du bois des espèces forestières indigènes en Allemagne ou cultivées dans les parcs. L'ouvrage se compose: 1° d'un atlas de 21 planches contenant chacune dix photographies très nettes et fort bien gravées de coupes minces transversales, radiales ou tangentielles représentées à des grossissements divers; 2° d'un texte explicatif divisé en deux parties dont la première est une sorte d'introduction donnant les caractères de structure microscopique du bois; la seconde est spécialement consacrée à la description du bois des espèces figurées dans l'atlas. L'auteur distingue d'abord évidemment deux groupes: les bois homogènes (*résineux*) et les bois hétérogènes (*feuillus*) Les caractères distinctifs des bois homogènes sont principalement tirés des canaux résinifères, des rayons médullaires et des ponctuations des trachéides. Les bois feuillus, bien plus nombreux, sont partagés, d'après le groupement des vaisseaux, en trois types, et d'après l'épaisseur des rayons médullaires en cinq

(1) Dr N.-J.-C. Müller: *Atlas der Holzstructur dargestellt in Microphotographien* (21 planches avec texte explicatif). Halle. Imprimerie Wilhelm Knapp, 1888.

divisions. L'étude des coupes transversales, radiales et tangentielles fournit ensuite, pour les espèces réunies dans le même type et la même division, des caractères qui permettent de déterminer la plupart des essences. C'est là un fait important pour la science comme pour la pratique. Il peut être très utile dans beaucoup de cas, pour les paléontologistes, par exemple, comme pour ceux qui travaillent ou emploient les bois, de distinguer les espèces même sur de menus fragments. L'observation microscopique complète ou confirme les résultats fournis par l'examen à l'œil nu ou à la loupe (1), et apporte de nouvelles preuves à l'appui de ce fait depuis longtemps reconnu que les bois d'une même famille ont généralement une structure analogue.

Dans le même ordre d'idées signalons l'intéressant ouvrage de MM. Hartig et Weber sur le bois de hêtre (2) où se trouve, parmi d'autres recherches s'adressant plus spécialement aux forestiers, une description complète de la structure anatomique de cette importante essence. Quelques observations nous semblent nouvelles; ainsi les cellules des rayons médullaires minces ont une forme toute différente de celle des rayons larges. Elles sont longues et fusiformes. Dans la paroi des vaisseaux scalariformes on remarque, en coupe transversale, de gros grains calcaires. La longueur et le diamètre des fibres (trachéides et fibres sclérenchymateuses) et des éléments des vaisseaux varient suivant l'âge et la région de l'arbre, ce qui explique les différences de densité, etc.

II. — PHYSIOLOGIE.

Le livre de Hartig offre plus d'intérêt encore au point de vue physiologique. L'auteur a réussi à trouver des relations très nettes entre la transpiration des arbres, le nombre et le diamètre des vaisseaux et la densité. La largeur de la couche annuelle va généralement en augmentant depuis les premières branches jusqu'au sol; les vaisseaux dont le nombre et le diamètre restent constants sont donc plus rapprochés vers le haut du tronc, et la densité y diminue en même temps que le pouvoir conducteur de l'aubier augmente à l'unité de surface. Dans la cime le lit du courant de sève se rétrécit vite jusqu'au sommet; les vaisseaux dès lors deviennent plus étroits et la densité s'accroît. La diminution de densité des hêtres avec l'âge s'explique d'une manière analogue. D'autres observations portant soit sur des arbres fortement ébranchés, soit sur des arbres brusquement isolés ont permis à l'auteur de préciser les rapports existant entre les fonctions du bois et sa structure anatomique.

(1) On pouvait déjà, grâce aux excellents tableaux dichotomiques dressés en France par M. Mathieu (*Flore forestière*, 3e édition. Paris, Berger-Levrault, 1877), en Allemagne par R. Hartig (*Die Unterscheidungsmerkmale der Wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer*, Munich, 1879) déterminer, sinon les espèces au moins les genres, en examinant à simple vue sur des échantillons bien rabotés les caractères invoqués par Müller et quelques autres tels que l'épaisseur de l'aubier, l'épaisseur, la régularité ou l'irrégularité des anneaux ligneux, la densité, la couleur, etc.

(2) Hartig et Weber : *Das Holz der Rothbuche in anatomisch-physiologischer, chemischer und förstlicher Richtung*. Berlin, Julius Springer, 1888 8°, 238 p.

La répartition, la circulation et le rôle des matières de réserve ont été l'objet de minutieuses recherches. C'est ainsi que Hartig a montré, contrairement à l'opinion reçue, que la réserve amylacée ne se dissout pas complètement au printemps; une faible partie seulement, celle contenue dans les deux plus jeunes couches ligneuses, disparaît pendant quelques mois d'été pour servir à la formation des pousses, et se reforme en octobre. La provision des matières de réserve va donc en s'augmentant, et dès qu'elle a atteint certaines limites, l'arbre l'emploie à produire des semences. Il a ensuite besoin d'un repos plus ou moins prolongé, suivant l'essence, pour refaire sa provision. Ainsi s'explique le fait bien connu que les arbres fruitiers ou forestiers ne fructifient pas abondamment chaque année. En comparant des hêtres chargés de faînes avec d'autres situés dans les mêmes conditions, mais n'ayant pas fructifié, Hartig a toujours constaté que, chez les premiers, l'accroissement était réduit de moitié (1), la réserve amylacée des deux tiers, la réserve azotée plus encore.

Le chapitre relatif à l'accroissement en épaisseur contient des données très intéressantes sur les lois d'après lesquelles l'arbre s'accroît annuellement suivant les circonstances extérieures. On y établit clairement, entre autres, qu'à conditions égales de situation et d'éclairement, l'accroissement n'est nullement proportionnel, comme on le croyait généralement, à la surface foliacée, que, chez les arbres croissant en plein air avec une large cime, il y a plutôt un excès de feuilles, car des ébranchements portant sur la moitié du feuillage n'ont amené aucune diminution d'accroissement. On y démontre aussi que, sans augmentation sensible de lumière et de feuillage, l'addition de matières nutritives peut tripler l'accroissement.

La deuxième partie de l'ouvrage contient de nombreuses analyses chimiques qui sont l'œuvre de M. Weber, et représentent une somme de travail dont peuvent seuls se rendre compte ceux qui se sont livrés à ce genre de recherches. Grâce à lui, nous connaissons exactement la répartition de l'azote et des principes minéraux dans le bois et l'écorce du hêtre et les quantités absorbées par an et par hectare. Il a étudié l'influence, sur la composition chimique du bois, de l'âge, du sol, des saisons, des circonstances de végétation. Il a calculé les quantités de chacune des matières importantes contenues dans un mètre cube de bois à divers âges et l'épuisement annuel du sol par la forêt de hêtre en azote et en principes minéraux.

Citons, à titre d'exemples, quelques-uns des nombreux résultats de ce beau travail. La quantité des principes minéraux augmente de la périphérie au centre ; ce fait contredit l'opinion admise que le bois parfait est bien plus pauvre en cendres que les autres régions du bois. L'augmentation dans le taux des cendres à mesure qu'on s'avance vers le cœur de l'arbre tient d'abord à la potasse, qui s'accroît régulièrement, puis à la chaux et à la magnésie. L'acide phosphorique et l'azote diminuent au contraire progressimement de dehors en dedans. Le taux des cendres et celui de la potasse,

(1) Le fait a été vérifié pour les environs de Nancy: sur deux hêtres voisins, de même grosseur, l'anneau ligneux de 1888 était de moitié moins large que celui de l'année précédente pour le hêtre qui avait eu fainée abondante en 1888; il était deux fois plus large, pour celui qui était resté stérile. E. H.

de l'acide phosphorique et de l'azote sont très élevés dans la première jeunesse des peuplements; puis la proportion centésimale de ces substances, par suite de l'état serré des gaulis et des perchis et du rationnement de la nourriture, diminue rapidement jusque vers soixante ans; après survient une nouvelle période d'augmentation vers l'âge de 80 à 100 ans, suivie d'une longue phase où le taux reste constant. Il n'y a d'absorption active des trois principes sus-indiqués que dans les premières années; un peuplement de 80 ans en contient déjà presque autant qu'un autre de 50 à 60 ans plus vieux.

Tous les résultats acquis dans cet ordre d'idées devront être pris en sérieuse considération dans l'application des modes de traitement, des termes d'exploitabilité, aussi bien que dans les questions relatives à l'épuisement des sols. Les végétaux forestiers, en effet, comme les plantes agricoles, ont absolument besoin de principes minéraux, contrairement aux affirmations d'une prétendue doctrine nouvelle qui conclut à l'inutilité de ces principes pour la végétation forestière. Les arbres n'échappent pas aux lois générales de la nutrition. L'efficacité des matières minérales est du reste démontrée directement par ce fait qu'à un surcroît d'engrais minéraux, notamment de potasse dans les massifs du Spessart, correspond une augmentation sensible dans l'accroissement. Quant à l'azote, le calcul fondé sur les analyses montre qu'un hectare de massif de hêtres de 50 à 100 ans n'absorbe en moyenne annuellement pour la production ligneuse que 14 kilogrammes de cette rare et précieuse matière, tandis que les feuilles et les fruits en exigent 44 kilogrammes par an, soit en totalité 58 kilogrammes, c'est-à-dire une quantité équivalente à celle que réclament la plupart des plantes agricoles. Mais alors que l'agriculture enlève la totalité de l'azote et des principes minéraux puisés par les récoltes dans le sol, qui s'appauvrit ainsi très rapidement, la culture forestière lui restitue intégralement tout l'azote et tous les principes minéraux des feuilles et des fruits et n'exporte que le bois, c'est-à-dire la partie du végétal la plus pauvre en azote et en cendres et dont les cendres contiennent le moins de matières essentielles et rares telles que l'acide phosphorique et la potasse. C'est là, on le sait, la grande cause de la supériorité de la culture forestière sur toutes les autres au point de vue de l'amélioration des sols.

L'azote est absorbé par les plantes en grande partie sous forme de nitrates, et ces nitrates proviennent, comme l'ont montré MM. Schlœsing et Müntz, de la transformation des matières albuminoïdes sous l'influence d'un ferment organisé. Ce fait, vrai pour les végétaux agricoles, ne l'est plus pour les végétaux forestiers, et c'est là sans doute une des principales différences dans la nutrition de ces deux groupes de plantes. Ebermeyer a constaté (1) sur plus de cent essais que les sols des forêts et des tourbières ne renferment pas de nitrates ou seulement des traces, tandis que les sols des champs fumés à l'aide d'excréments animaux (fumier, poudrette etc.) en contiennent beau-

(1) Ebermeyer : *Gehalt der Waldböden und Waldbäume an Salpetersauren Salzen* (Allgemeine Forst-und Jagdzeitung, 1888, p. 274).

coup. Il en conclut que les premiers offrent un milieu défavorable au développement des micro-organismes nitrificateurs, sans doute en raison de l'absence de matières animales (1). Celles-ci seraient donc nécessaires pour la transformation en nitrates des principes albuminoïdes végétaux qui, sans leur concours, ne donneraient, en se décomposant, que de l'ammoniaque. Cette absence de nitrates peut se démontrer encore indirectement. Les essais de culture dans l'eau prouvent que les plantes ne contiennent de nitrates que s'il y en a dans les solutions; elles sont incapables de transformer l'ammoniaque ou l'azote libre en la moindre trace d'acide nitrique. Or les arbres crûs en forêt ne renferment jamais de nitrates; il n'y en a donc pas dans les sols forestiers. Dès lors les arbres ne peuvent absorber d'azote assimilable qu'à l'état d'ammoniaque ou de combinaisons organiques azotées (amides) formées par décomposition des matières protéiques de la couverture; ces amides, solubles en partie dans l'eau, donnent, par dédoublement, de l'ammoniaque quand on les fait bouillir avec des acides faibles ou des alcalis. D'après les recherches d'Ebermeyer, l'humus forestier contient, outre l'ammoniaque, des amides dont font usage, en tous cas, les arbres qui possèdent des mycorhizes.

III. — PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

L'ouvrage le plus important qui ait jamais paru sur les maladies des arbres est bien certainement celui que vient de publier l'infatigable professeur de Münich, R. Hartig (2). On y trouve exactement décrites par l'un des botanistes les plus compétents en la matière les nombreuses maladies qui affectent les végétaux ligneux indigènes ou cultivés. Cet excellent manuel de pathologie des arbres est indispensable aux botanistes aussi bien qu'aux propriéaires, gérants ou planteurs de bois, qui réclamaient depuis longtemps un recueil présentant sous une forme condensée l'état actuel de la science et les dispensant de chercher dans une foule d'ouvrages ce qu'il leur importe tant de savoir, c'est-à-dire les caractères distinctifs de chaque affection, son développement, sa gravité et surtout les moyens prophylactiques à employer (3). Botanistes et praticiens y trouveront les découvertes les plus récentes dont plusieurs sont inédites, notamment une nouvelle maladie de l'épicéa et du pin de montagne due à un pyrénomycète, *Herpotrichia*

(1) Ces essais demanderaient à être répétés sur des sols forestiers de nature minéralogique variée. Ne pourrait-il se faire que l'absence du *micrococcus nitrificans* tînt à d'autres causes, telles, par exemple, que l'acidité si accusée dans les sols des tourbières? La présence des nitrates se décèle du reste facilement par la diphémylamine et l'acide sulfurique concentré qui donnent une coloration bleue aux dissolutions aqueuses de sols contenant les plus faibles traces de nitrites ou de nitrates. C'est le réactif qu'a employé Ebermeyer. E. H.

(2) A. Hartig : *Lehrbuch der Baumkrankheiten*. 2e édition corrigée et augmentée, 291 p. in-8° avec 137 figures dans le texte. Berlin, Julius Springer, 1889. Une traduction française de cet ouvrage va paraître dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*.

(3) Les ouvrages de Hallier, Sorauer, Frank sont déjà anciens et traitent surtout des maladies des plantes cultivées; le plus récent, *die Krankheiten der Pflanzen*, est de 1880 et beaucoup de découvertes ont été faites depuis cette époque.

nigra, n. sp.; une affection des jeunes plants d'Abies Douglasii causée par un discomycète, *Botrytis Douglasii*, n. sp.; une maladie des semis d'épicéas et de sapins due à un champignon provisoirement rattaché au genre *Pestalozzia* (*P. Hartigii*, n. sp.), mais dont la forme ascosporée est encore inconnue; une description détaillée de l'intéressant *Melampsora Tremulæ* dangereux pour les trembles qui sont aux environs des pineraies et dont la forme œcidienne se développe soit sur le pin sylvestre (*Cæoma pinitorquum*), où elle produit des déformations de l'axe très dommageables, soit sur les aiguilles de mélèze où le mal qu'elle cause est insignifiant; une maladie, très fréquente en Bavière sur les sapins de tout âge, provoquée par le *Phoma abietina*, qui détermine un étranglement local des rameaux et la mort de tout ce qui est au-dessus; une affection des aiguilles de sapin et d'épicéa due au *Trichosphæria parasitica*; une autre du *Cytisus laburnum* causée aussi par un pyrénomycète, le *Cucurbitaria Laburni*. L'histoire du *Dematophora necatrix* qui produit sur la vigne la terrible affection, dite *pourridié*, y est faite avec détail et accompagnée de nombreuses figures.

L'ouvrage est divisé en 4 parties : la première est consacrée aux dommages causés par les organismes végétaux (phanérogames et cryptogames) ; c'est évidemment la plus étendue ; plus de la moitié du livre est affectée à l'étude des champignons parasites. La deuxième partie traite des blessures, la troisième des maladies dues à l'influence du sol, et la dernière de celles qui ont pour cause les agents atmosphériques. A la fin se trouve un tableau, très utile pour la rapidité des recherches, où, à la suite du nom des diverses espèces ligneuses rangées par ordre alphabétique, sont énumérées toutes les maladies qu'elles peuvent subir et qui sont mentionnées par l'auteur. L'ouvrage est illustré de belles et nombreuses figures qui facilitent l'intelligence du texte, d'ailleurs clair et concis, qualités qu'il n'est pas inutile de faire ressortir lorsqu'il s'agit des livres allemands.

Les recherches publiées en 1888 par M. DE TUBEUF sur diverses maladies d'arbres (1) sont résumées dans le manuel de son maître, Hartig, dont nous venons de parler. Elles se terminent par des observations de mycorhizes sur le pin cembro, d'apres lesquelles l'auteur est amené à rejeter la théorie symbiotique de Franck et à regarder ces mycéliums comme de simples parasites. C'est aussi l'opinion de Robert Hartig, dont voici les propres expressions (2) : « Rien ne nous force à admettre pour les cupulifères, les abiétinées, les vacciniées, etc., un mode de nutrition si particulier et si absolument différent de celui des autres espèces ligneuses. Ces champignons ne sont pour moi que des parasites vivant sur les racines sans tuer les arbres, de même qu'on voit sur les feuilles d'innombrables parasites qui sont à peu près sans influence sur la plante. Certes voilà une opinion banale, mais elle est mieux justifiée par les faits que celle du Dr Franck. »

(1) Dr Von Tubeuf : *Beiträge zur Kenntniss der Baumkrankheiten*. Berlin, Springer, 1888, 61 pages et 5 planches.

(2) Dr R. Hartig : *Die pflanzlichen Wurzelparasiten* (Allgem. Forst. und Jagdzeitung, 1888, p. 118, traduit dans la Revue des Eaux et Forêts, 1888, p. 472).

Dans ce même ordre d'idées, Rostrup (1) vient de publier une description illustrée des champignons parasites les plus dangereux pour les forêts danoises. On n'y trouve que des espèces déjà connues; mais il est intéressant de déterminer l'étendue de leur aire d'habitation et de constater que partout elles se comportent de la même façon.

Depuis plusieurs années le peuplier pyramidal est atteint d'une maladie qui se manifeste d'abord par le noircissement et la mort des rameaux inférieurs, et finalement par le dépérissement et le déssèchement de la cime. M. Vuillemin (2) a reconnu qu'elle était due à l'invasion d'un champignon parasite du genre *Didymosphæria*. Les branches basses noircissent au-dessus de l'endroit où a pénétré le mycélium, s'incurvent et meurent. Les bourgeons situés au-dessous de la région infectée se développent rapidement en nombreuses pousses qui affament la cime, et celle-ci sèche le plus souvent avant d'avoir été envahie par le champignon. Après avoir décrit les appareils de reproduction, l'auteur indique les remèdes à employer. C'est un soin dont lui sauront grand gré les propriétaires des plantations de cette essence si répandue, d'autant plus qu'au cas particulier les moyens curatifs sont faciles et peu coûteux. Les solutions cupriques et, ce qui est plus commode encore, l'élagage des rameaux inférieurs entravent très vite les progrès du mal.

M. Prillieux a montré (3) que le *Napicladium Tremulæ*, cause de la maladie des feuilles du peuplier pyramidal et du tremble, n'est que la forme conidienne et printanière du même parasite qui envahit et tue les extrémités des rameaux sur lesquelles il fructifie en *Phoma* (forme pycnidienne) pendant l'été et en *Didymosphæria* (forme ascosporée) l'hiver.

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) présente sur divers points du Var et des Alpes-Maritimes une très singulière maladie dont M. Vuillemin a pu encore déterminer la cause (4). Sur les rameaux et sur l'axe principal se voient de nombreuses excroissances, d'abord petites, unilatérales, et alors peu nuisibles, mais qui, en se développant, envahissent tout le pourtour de la branche, entravent la circulation et déterminent bientôt la mort des rameaux et de l'arbre lui-même. Ces tumeurs sont dues à des bactéries qui, pénétrant jusqu'à la zone cambiale, la mortifient sur une certaine étendue en même temps qu'elles s'y développent en zooglées. Elles provoquent, par réaction de l'organisme, une hypertrophie des tissus ligneux et corticaux qui se contournent en masses irrégulières autour des canalicules contenant les zooglées. C'est là un fait très intéressant pour la pathologie végétale ; car il constitue, ce nous semble, le premier exemple de bactéries déterminant

(1) *Afbildning of Beskrivelse af de farligste Snyltesvampe i Danmarks Skove* of E. Rostrup. Copenhague, 1889.

(2) Vuillemin : Comptes rendus de l'Académie des sciences, séances du 25 mars 1889.

(3) Prillieux : Comptes rendus de l'Académie des sciences. Séance du 27 mai 1889.

(4) Vuillemin : Comptes rendus de l'Académie des sciences, octobre et décembre 1888.

sur un végétal ligneux vivant des bactériocécidies. On ne connait pas encore le mode d'invasion ni les moyens d'enrayer cette maladie, qui cause des dégâts sérieux dans les reboisements de la zone méditerranéenne (1).

IV. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

M. Fliche (2) s'est proposé de comparer, en en dressant le catalogue complet, les flores ligneuses et herbacées de massifs forestiers naturels ou créés à diverses époques dans une même région, pour déterminer les causes qui ont amené les différences constatées dans la composition actuelle des flores, la part qui revient dans la dissémination des espèces à l'homme, aux mammifères, aux oiseaux, au vent, etc., l'influence du sol, etc.

Voici les principales conclusions de cette remarquable étude:

Les espèces dont les fruits ou les graines sont recherchées par les oiseaux sont les plus envahissantes et l'emportent même sur celles à fruits ailés ou aigrettés qui sembleraient devoir être transportés très loin par le vent.

Dans le cas où la végétation spontanée est mise à même de s'emparer d'un sol nu, l'installation des diverses espèces se fait avec une rapidité très inégale ; certaines se répandant très vite, d'autres avec une extrême lenteur, notamment les plantes de petite taille, ligneuses et surtout herbacées qui vivent à l'ombre de la forêt. Ce n'est pas seulement la présence de massifs forestiers qu'elles réclament impérieusement, il faut encore que le sol se modifie profondément dans sa constitution chimique, ses propriétés physiques et surtout dans ce qu'on pourrait appeler sa structure (3).

Ces modifications exigent un temps fort long, puisque des cantons boisés il y a plus d'un siècle et demi n'ont pas encore le sol et par suite le tapis végétal des cantons qui n'ont jamais cessé d'être boisés.

En forêt, la lutte entre individus de même espèce et entre espèces différentes est des plus vives, et la substitution peut se faire très vite quand les espèces considérées habitent ensemble la forêt, et quand il s'agit seulement d'un renversement dans l'importance numérique de chacune d'elles. Lorsqu'au contraire il s'agit d'espèces nouvelles qui vont faire concurrence à d'autres déjà en possession du sol, il faut, à leur établissement définitif sur de grandes surfaces, même dans des conditions de dispersion des graines assez favorables, un temps fort long.

Pratiquement, l'acclimatation en matière forestière est chose impossible; la naturalisation peut donner en grand de bons résultats, mais il ne faut jamais la tenter sans avoir tout d'abord procédé à des expériences complètement probantes. Beaucoup d'arbres et d'arbustes étrangers à la région ont été introduits dans les bois étudiés (Champfêtu, près de Sens, Yonne); une seule espèce, le châtaignier, est complètement naturalisée.

E. Henry.

(1) Voyez Revue générale de Botanique, t. I, 1889, p. 293.

(2) Fliche : *Un reboisement. Étude botanique et forestière* (Annales de la science agronomique française et étrangère, 1888, t. I, p. 297-348).

(3) Voir à ce sujet le très important ouvrage de Muller. Études sur les formes naturelles de l'humus, leur influence sur la végétation et le sol (Annales de la science agronomique française et étrangère, 1889).

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION

DE LA VALLÉE D'AURE

(HAUTES-PYRÉNÉES)

Par M. Gaston BONNIER *(Suite)*.

3° *Variations de la végétation dans la zone inférieure des montagnes, suivant l'exposition.* — Dans cette zone, au milieu de la végétation générale dont les espèces viennent d'être énumérées, on peut observer, suivant l'exposition, des variations intéressantes.

Les petits mamelons, de formation glaciaire, qu'on rencontre dans la vallée d'Aure au voisinage des vallées secondaires se prêtent très bien à cette étude. Ils offrent ordinairement du côté du Sud, sur les rochers bien exposés, comme de petites colonies de plantes méridionales. Je citerai les mamelons qui sont au-dessus d'Ancizan entre la vallée d'Aulon et celle d'Ancizan.

Voici, par exemple, quelques plantes qui caractérisent le versant sud et le versant nord de ces mamelons.

Versant sud :	*Versant nord :*
Fumaria vulgaris.	Helleborus fœtidus.
Saponaria ocymoides.	Erysimum ochroleucum.
Astragalus monspessulanus.	Reseda lutea.
Coronilla minima.	Rosa pomifera.
Telephium Imperati.	Sedum album.
Sedum altissimum.	Laserpitium latifolium.
Sempervivum montanum.	Viburnum Lantana.
Buplevrum opacum.	Galium Mollugo.
Crucianella angustifolia (1).	Rumex scutatus.
Thymus vulgaris.	Brachypodium pinnatum.
Melica nebrodensis.	

(1) Espèce nouvelle pour le département des Hautes-Pyrénées que j'ai trouvée sur plusieurs points de la vallée d'Aure.

Ce sont là de simples variations locales, mais qui ne sont pas sans intérêt, au point de vue de la géographie botanique générale ; ces variations font voir, en effet, que des espèces qui, pour la plupart, pourraient croître à toutes les expositions sur ce coteau, se localisent plus ou moins sur chaque versant, lorsqu'elles luttent ensemble. Sur d'autres points de la vallée, certaines espèces non alpines, telles que le *Thymus vulgaris* et le *Coronilla minima*, peuvent dépasser 1 000 mètres d'altitude, comme sur la montagne qui domine Cadéac, à l'ouest.

4° *Limites de la zone inférieure des montagnes.* — Dans la région qui nous occupe, nous n'avons à considérer que la limite supérieure de cette zone. Cette limite supérieure varie beaucoup en altitude suivant l'exposition.

C'est ainsi que les Chênes qui caractérisent surtout cette région ont une limite supérieure très variable. Tandis que sur les versants nord on n'en trouve pas au-dessus de 850 mètres d'altitude, ils peuvent s'élever jusqu'à 1 250 mètres sur les parties exposées au midi.

Les gros chênes qui se trouvent à droite du chemin de Cadéac à la Hourquette, méritent d'être signalés d'une façon toute spéciale. A une altitude de 1 150 à 1 250 mètres, ils ont pris un très grand développement. J'en ai mesuré plusieurs dont le tronc a plus de 6 mètres de tour ; et comme les couches du bois sont très serrées à cette altitude, on juge de l'âge considérable que ces arbres peuvent avoir.

Il est à remarquer que l'on ne trouve pas, sur cette montagne, de chênes plus jeunes s'élevant à une aussi grande altitude que les chênes dont je viens de parler. Ce serait un argument en faveur de l'abaissement des limites végétales dans les Pyrénées depuis une époque relativement récente. Cette supposition serait confirmée par les observations de M. Vallot sur la diminution récente de l'étendue des neiges éternelles dans le massif de Néouvielle.

Voyons maintenant quelle est la limite qui sépare de la végétation subalpine l'ensemble des végétaux dont nous venons de parler.

Si nous remontons la vallée d'Aure, à partir d'Arreau (voyez la planche 10), en restant sur la rive gauche de la Neste, nous verrons déboucher dans la vallée d'Aure de petites vallées secondaires dirigées de l'Ouest à l'Est. Lorsqu'on remonte une de ces vallées et qu'on est arrivé au delà de 900 mètres d'altitude, on voit des deux côtés du cours d'eau la zone subalpine en face de la zone inférieure, aux mêmes altitudes, la première sur la rive droite du cours d'eau, la seconde sur la rive gauche.

Les premiers Sapins apparaissent sur la rive droite vers 850 à 900 mètres d'altitude et se mêlent aux Hêtres, tandis que sur la rive gauche de chaque cours d'eau les Chênes ne disparaissent que vers 1 200 mètres d'altitude, et la végétation de la zone inférieure ne cesse que vers 1 400 mètres.

Ainsi donc, la limite des deux zones s'élève de 5 à 600 mètres de plus sur le versant sud que sur le versant nord.

Cette différence est encore plus accentuée dans la vallée d'Aulon située en amont de celles dont je viens de parler. Près de Guchen, au nord de la montagne située sur la rive droite de la rivière d'Aulon, la limite s'abaisse à 820 mètres d'altitude, tandis qu'au contraire les plantes de la zone inférieure remontent à de grandes altitudes sur les pentes sud du pic d'Arbizon. La zone subalpine devient même peu nette et difficile à limiter sur les pentes de l'Arbizon exposées au midi; c'est ce qui est indiqué sur la carte par des lignes vertes obliques. En faisant l'ascension de l'Arbizon par ce versant, on passe presque sans interruption de la zone inférieure à la zone subalpine. Cette dernière zone n'est guère indiquée que par les *Iris xyphioides* et *Asphodelus albus* (*A. subalpinus*).

Le Noisetier s'élève au-dessus d'Aulon jusqu'à 1 700 mètres d'altitude, tandis que sur des rochers abrités on peut trouver le *Silene acaulis* descendu jusqu'à 1 750 mètres d'altitude ; c'est assez montrer combien la zone alpine et la zone inférieure se rapprochent. Je reviendrai sur cette végétation mixte à propos de la zone subalpine. La même disposition s'observe dans le val de Soulan et s'accentue plus encore dans la partie haute de la vallée d'Aure, entre Tramesaygues et Aragnouet. C'est là que le

contraste est le plus frappant entre la végétation subalpine des versants nord et la végétation des versants sud.

Là aussi, au midi du pic d'Arrouyes, la zone inférieure des montagnes s'élève jusqu'à plus de 1 700 mètres d'altitude en allant confondre sa végétation avec celle de la région alpine.

Revenons maintenant vers Arreau en descendant la rive droite de la Neste. Nous passerons devant l'entrée des vals de Moudang, du Rioumajou, du Lustou, d'Azet qui sont tous dirigés du Sud au Nord.

Depuis le Plan, jusqu'aux pentes situées en face d'Eget, c'est la Neste qui fait la limite entre la zone inférieure et la zone subalpine. La première ne pénètre donc pas dans le val de Moudang, tout couvert de Sapins jusqu'à sa base.

En face d'Eget, la limite remonte sur la rive droite, mais sans s'élever sensiblement au-dessus de 1 100 mètres d'altitude ; elle englobe la base du Rioumajou, puis passant devant le val de Lustou, remonte sur le versant du val d'Azet qui est exposé au Sud-Ouest, où elle atteint l'altitude de 1 500 mètres.

Ce contournement de la limite va se répéter exactement de la même manière dans les petits vallons de Graïhen et de Gouaux; puis, traversant près de Lançon cette chaîne de montagnes basses, la limite des zones coupe les pentes de la rive gauche du Lustou en remontant au-dessus de Genost, sur le versant exposé au Sud-Est (1).

2° *Zone subalpine.*

C'est la zone des forêts de Sapins qui sont presque toutes composées de Sapins blancs (*Abies pectinata*). Les Épicéas n'ont pas prospéré dans les quelques cantons où l'administration des forêts en a fait mettre. Les Pins (*Pinus silvestris* et *Pinus uncinata*) sont très répandus dans certaines parties de la zone subalpine, surtout aux plus hautes altitudes de cette zone.

(1) Dans cette étude, je ne parle pas des Muscinées sur la distribution desquelles mes renseignements sont trop incomplets. On trouvera d'ailleurs de très intéressantes observations sur les Muscinées de la vallée d'Aure dans le *Guide du bryologue* de MM. Jeanbernat et Renauldt (Auch, 1885, 2e partie, p. 63 à 74).

Sauf dans les pâturages broutés par les moutons, la végétation de la zone subalpine peut être étudiée partout avec facilité. De plus, comme il y a dans les massifs de l'Arbizon, du Lustou et du Néouvielle, beaucoup de pâturages où les bestiaux ne commencent à aller qu'en automne, on peut aussi noter aisément la végétation de ces parties dépourvues de forêts, mais cependant comprises dans la zone qui nous occupe.

C'est en général sur les versants franchement exposés au Sud que la zone subalpine est la moins nette dans la contrée que nous étudions. Les forêts de Sapins sont rares à cette exposition et les plantes de la zone inférieure des montagnes vont alors jusqu'à se mêler avec celles de la zone alpine.

1° *Étude détaillée de diverses localités.* — Comme précédemment, passons d'abord en revue les principales localités où se développe la zone subalpine, puis nous chercherons à dresser la liste des espèces qui la caractérisent.

Le val d'Aulon, qui est orienté de l'Ouest à l'Est et qui vient déboucher à Guchen, présente sur le versant exposé au nord la végétation subalpine très bien caractérisée.

Les arbres et arbustes les plus répandus sont les suivants :

Clematis Vitalba.
Tilia silvestris.
Ilex aquifolium.
Prunus spinosa.
Rubus fruticosus.
Rubus Idæus.
Rubus saxatilis.
Ribes alpinum.
Sambucus nigra.
Sambucus racemosa.
Cornus sanguinea.
Arctostaphylos Uva-ursi.
Vaccinium Myrtillus.
Fraxinus excelsior.
Daphne Laureola.
Ulmus montana.
Fagus silvata.
Abies pectinata.

Les plantes herbacées les plus abondantes sont :

Helleborus fœtidus.
Aconitum Lycoctonum.
Fragaria vesca.
Knautia silvatica.
Prenanthes purpurea.
Picris pyrenaica.
Vincetoxicum officinale.
Erinus alpinus.
Rumex scutatus.
Polystichum Filix-mas.
Pteris aquilina.

Comme un peu moins abondantes, mais encore assez répandues, on peut citer :

Thalictrum aquilegifolium.
Ranunculus nemorosus.
Aconitum Napellus.
Actæa spicata (1).
Meconopsis cambrica.
Hesperis matronalis.
Arabis alpina.
Dianthus deltoides.
Dianthus barbatus.
Geranium silvaticum.
Trifolium alpestre.
Epilobium spicatum.
Spiræa Aruncus.
Astrantia major.
Valeriana pyrenaica.
Cirsium monspessulanum.
Mulgedium Plumierii.
Campanula patula.
Digitalis purpurea.
Digitalis lutea.
Veronica urticæfolia.
Erinus alpinus.
Betonica alopecuroides.
Ramondia pyrenaica.
Polystichum Filix-fœmina.
Aspidium aculeatum.

Je citerai, en terminant, la liste des plantes de plaine qui sont assez répandues dans le val d'Aulon au milieu de la végétation subalpine et qui toutes ou presque toutes paraissent très modifiées pour le climat. Je place dans cette liste celles qui présentent en général des feuilles plus épaisses, d'un vert plus foncé et des fleurs plus colorées que les plantes de même espèce observées en plaine :

Aquilegia vulgaris.
Saponaria officinalis.
Silene inflata.
Malva moschata.
Astragalus Glycyphyllos.
Lathyrus sylvestris.
Circæa lutetiana.
Eupatorium cannabinum.
Cirsium eriophorum.
Crepis virens.
Campanula Trachelium.
Verbascum sinuatum.
Origanum vulgare.
Mentha silvestris.
Brunella vulgaris.
Teucrium Chamædrys.
Teucrium Scorodonia.

Une végétation assez analogue à celle qui précède peut être notée sur les versants exposés au nord du val qui mène à la Hourquette de Cadéac ou du val de Barrancouan près d'Arreau, ainsi que dans la vallée de Soulan.

Les forêts de Sapins de la chaîne de montagnes qui séparent la vallée de la Neste de la vallée du Louron ont une végétation subalpine moins riche. On peut y citer l'*Helleborus viridis* qui y

(1) Cette plante est très rare dans les Hautes-Pyrénées.

remplace l'*H. fœtidus*, les Bouleaux (*Betula alba*) qui y sont souvent abondants ainsi que les Pins (*Pinus silvestris*) et quelques espèces plus répandues que dans les forêts de la rive gauche telles que *Lilium Martagon*, *Blechnum Spicant* et *Polypodium Dryopteris*.

Le val de Couplan, depuis le hameau de Fabian jusqu'aux alentours du lac d'Orrédon, est très favorable à l'étude de la zone subalpine qui offre une végétation riche et variée sur toutes les pentes. Le sol y est constitué comme dans le val d'Aulon par un mélange de schistes argileux avec des schistes calcaires et dolomitiques, sauf la partie supérieure du val qui est granitique.

C'est uniquement du versant boisé, c'est-à-dire du versant exposé au nord, que je vais tracer la végétation.

Les Hêtres dominent d'abord; vers 1 200 mètres d'altitude les Sapins se joignent aux Hêtres, puis deviennent l'espèce dominante. Les Bouleaux et surtout les Pins se mêlent aux Sapins vers 1 590 mètres d'altitude et cette dernière espèce arborescente devient à son tour dominante, en même temps que les Rhododendrons apparaissent dans la végétation des forêts.

On peut observer dans les forêts du val de Couplan toutes les espèces citées plus haut; je citerai en outre les suivantes comme assez abondantes et caractéristiques :

1° Depuis Fabian jusqu'à 1 500 mètres d'altitude (limite inférieure des Rhododendrons) :

Rhamnus alpinus.	Adenostyles albifrons.
Alchimilla alpina.	Cirsium carlinoides.
Saxifraga ascendens.	Gentiana campestris.
Laserpitium Siler.	Daphne mezereum.
Lonicera alpigena.	Lilium pyrenaicum.

2° Au-dessus de 1 500 mètres environ :

Aconitum Anthora.	Saxifraga aspera.
Viola biflora.	Buplevrum angulosum.
Viola cornuta.	Angelica pyrenaica.
Gypsophila repens.	Molospermum cicutarium (1).

(1) Cette localité m'a été signalée par M. Bourdette. J'ai trouvé aussi cette grande ombellifère à peu près à la même altitude vers le haut de la gorge Barricave dans le Rioumajou.

Arnica montana.	Plantago alpina.
Leontopodium alpinum.	Armeria alpina.
Primula viscosa.	Lilium pyrenaicum.
Vaccinium uliginosum.	Asphodelus albus.
Gentiana lutea.	Veratrum album.
Veronica fruticulosa.	Juncus trifidus.
Bartsia alpina.	Allosorus crispus.

On voit par cette dernière liste que dans la partie supérieure du val de Couplan, les espèces alpines descendent jusque dans les forêts ; c'est ainsi qu'on y trouve encore sur les rochers les *Anemone alpina*, *Cardamine resedifolia*, *Silene acaulis*, *Linaria alpina*, etc.

Les forêts du val de Lustou, du Rioumajou et du Moudang, ont une végétation analogue à celles du val de Couplan ; mais comme ces vallées sont exposées au Nord, la végétation subalpine les envahit tout entières, et l'on n'y observe pas cette opposition brusque dans la végétation des deux versants, comme dans les vals de la Hourquette de Cadéac, d'Aulon, de Soulan et de Couplan.

C'est, comme je l'ai dit plus haut, sur les versants exposés au Sud dans ces dernières vallées que la zone subalpine est plus difficile à caractériser. On y trouve cependant des espèces assez caractéristiques, telles que les suivantes :

Reseda glauca.	Satureia montana.
Galega officinalis.	Euphorbia Cyparissias.
Sedum Fabaria.	Iris xyphioides.

Mais les espèces de la zone inférieure des montagnes y sont mêlées et à une altitude un peu plus élevée on ne tarde pas à rencontrer des plantes alpines. Cependant, on observe parfois sur ces versants de grandes étendues couvertes de *Pteris aquilina* ou de *Calluna vulgaris* qui s'interrompent çà et là par des prairies où abondent l'*Aconitum Napellus* et le *Digitalis purpurea* ou bien l'*Asphodelus albus* et l'*Iris xyphioides* ; d'autres fois, ce sont des Genévriers, des Houx, des *Ulex nanus* qui sont au-dessous de la zone des Rhododendrons. On peut ainsi par ces étendues couvertes d'arbustes ou de fougères, entremêlés de plantes subalpines, séparer sur ces versants la région inférieure des montagnes de la région alpine proprement dite.

2° *Espèces caractéristiques de la zone subalpine.* — En choisissant les plantes à la fois très répandues et caractéristiques dans toutes les localités que nous venons de citer, on peut dresser la liste suivante :

Aconitum Lycoctonum.
Aconitum Napellus.
Meconopsis cambrica.
Geranium silvaticum.
Ilex aquifolium.
Trifolium alpestre.
Epilobium spicatum.
Spiræa Aruncus.
Rubus Idæus.
Rubus saxatilis.
Astrantia major.
Valeriana pyrenaica.
Sambucus racemosa.
Prenanthes purpurea.
Arnica montana.
Cirsium monspessulanum.
Campanula patula.
Veronica urticæfolia.
Erinus alpinus.
Betonica alopecuroides.
Fagus silvatica.
Betula alba.
Iris xyphioides.
Asphodelus albus.
Abies pectinata.
Pinus silvestris.
Pinus uncinata.

(*A suivre.*)

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR

LES FEUILLES DES CONIFÈRES

Par M. Aug. DAGUILLON.

INTRODUCTION.

Au cours de recherches plus générales que je m'étais proposé de faire sur la morphologie de la feuille, mon attention a été attirée sur les variations de forme que peuvent présenter extérieurement les feuilles successives d'une espèce végétale donnée lorsqu'on en étudie le développement à partir de la germination.

Depuis longtemps et à diverses reprises, de nombreux botanistes ont signalé des phénomènes de cet ordre. Chez beaucoup de Dicotylédonées, par exemple, on peut observer entre les cotylédons ou *feuilles séminales* et les feuilles normales de la plante (que les premières restent hypogées comme dans le Chêne, la Fève, etc. ou deviennent épigées comme dans le Ricin, le Haricot, etc.) une série curieuse et plus ou moins complète d'intermédiaires. Je rappelle seulement que les premières feuilles du Chêne se réduisent à de très petites lames vertes, présentant à leurs extrémités libres deux languettes symétriques qui paraissent correspondre aux stipules d'une feuille normale. Une disposition analogue se remarque dans la Fève. Dans le Ricin, les deux premières feuilles qui succèdent aux cotylédons foliacés sont opposées comme ceux-ci, tandis que les suivantes sont alternes. Dans le Haricot, les deux premières feuilles sont opposées et simples, tandis que les suivantes sont alternes et compo-

sées. Le Hêtre, dont les feuilles normales sont alternes, a deux premières feuilles opposées. Chez le Frêne, où la feuille est normalement composée, les deux premières feuilles sont simples. Chez le Robinier on peut observer, parmi les feuilles qui se développent dans le cours de la première année, tous les passages entre une première feuille simple et les feuilles normales à nombreuses folioles... Des faits analogues ont été fréquemment constatés dans l'étude du développement de certaines Monocotylédonées. Je n'insiste pas sur ces observations, et je n'en retiens actuellement que cette conclusion générale, qu'on peut souvent distinguer entre les feuilles séminales et les feuilles normales d'une Phanérogame angiosperme des formes intermédiaires, auxquelles on a donné, depuis longtemps déjà, le nom de *feuilles primordiales*.

Il paraît en être de même chez les Phanérogames gymnospermes du groupe des Conifères. Il semble que chez ces dernières plantes on puisse souvent distinguer parmi les feuilles deux formes assez sensiblement différentes : une forme juvénile qui succède immédiatement aux cotylédons et se conserve pendant la première année ou les premières années ; et une forme adulte qui, après ce laps de temps plus ou moins considérable, remplace la première.

J'ai pensé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à rechercher si cette existence de feuilles primordiales n'a pas chez les Conifères un caractère de généralité, et à mettre en évidence les différences anatomiques qui correspondent à ce polymorphisme extérieur.

Cette étude, sans offrir d'obstacle sérieux, présentait toutefois certaines difficultés.

Il était d'abord nécessaire, pour autoriser quelque généralisation, d'étendre mes recherches à un nombre suffisant d'espèces, choisies parmi les genres principaux des trois tribus de Conifères. Or beaucoup de ces espèces, d'origine exotique, sont multipliées dans nos climats par bouture ou par greffe : il était malaisé soit de s'en procurer des graines, soit d'obtenir la germination de celles-ci et un développement suffisant des jeunes plantes.

D'autre part, si l'évolution d'un jeune plant de Conifère n'est pas sensiblement modifiée, dans sa morphologie externe, par les conditions d'hérédité ou de milieu, on ne saurait dire qu'il en soit de même pour la morphologie interne. Les résultats récents et importants qu'ont fournis divers essais d'anatomie expérimentale permettent au contraire d'affirmer que, sans parler des variations individuelles, l'action du milieu extérieur (aliment ou radiation) exerce une influence notable sur la disposition et le développement relatifs des divers tissus d'une plante. Il était donc désirable de ne comparer que les membres successifs d'un même individu, placé pendant toute la durée de son existence dans des conditions extérieures aussi constantes que possible. Malheureusement, une semblable rigueur eût exigé un temps considérable ; j'ai donc souvent comparé des membres pris sur des individus différents, d'âges successivement croissants. Je me suis du moins efforcé, dans ces cas, d'éliminer, autant qu'il a été en mon pouvoir, les causes intrinsèques ou extrinsèques de variations qui eussent pu entacher d'erreur mes diverses conclusions : les premières, en comparant des plantes provenant de semis faits avec des graines de même origine ; — les autres en m'assurant que ces plantes de semis avaient été soumises à des conditions de milieu sensiblement identiques. J'ajoute, pour n'y plus revenir, que mes comparaisons ont toujours porté sur des organes arrivés au dernier terme de leur développement et réalisant, par suite, leur maximum de différenciation anatomique.

Je n'ai pas eu la prétention d'étudier, du point de vue où je me plaçais, toutes les espèces ni même tous les genres de Conifères. Forcé de limiter le champ de mes recherches, j'ai porté surtout mon attention sur les espèces communes, et de préférence sur celles qui appartiennent à la flore française, étendant ensuite mes observations à quelques espèces plus rares. Je suis convaincu qu'il y aurait bien des faits intéressants à mettre en lumière pour qui voudrait compléter cette étude par l'examen de toutes les formes exotiques dont beaucoup sont encore, aux yeux des botanistes descripteurs, *genera incertæ sedis ;* peut-être l'étude de l'évolution de l'appareil végétatif dans ces types mal

connus jetterait-elle quelque jour sur la classification qu'il convient de leur appliquer.

Dans l'exposé des résultats principaux que m'ont fournis mes recherches, j'ai suivi l'ordre taxinomique qu'on adopte généralement dans l'étude des Conifères. Cette famille est divisée en trois tribus dont les caractères sont consignés dans le tableau suivant :

I. Un cône; pas d'arille.	Pistil indépendant de la bractée mère.	1. *Abiétinées...*		*Pinus, Cedrus, Larix, Picea, Abies...*
	Pistil concrescent avec la bractée mère.	2. *Cupressinées.*	Bractées mères spiralées....	*Araucaria, Dammara, Sequoia, Cryptomeria, Taxodium...*
			Bractées mères verticillées..	*Cupressus, Thuja, Juniperus, Callitris...*
II. Pas de cône; presque toujours un arille............		3. *Taxinées....*		*Taxus, Torreya, Cephalotaxus, Ginkgo, Phyllocladus, Podocarpus...*

Le présent mémoire a pour objet de mettre en évidence les conclusions auxquelles m'a conduit l'étude de la tribu des Abiétinées ; je réserve pour une publication ultérieure l'examen des Cupressinées et des Taxinées.

HISTORIQUE.

Il faudrait énumérer à peu près tous les livres classiques de botanique si l'on voulait citer les divers ouvrages où la question qui nous occupe dans ce travail a été touchée par quelqu'une de ses faces. Je renvoie simplement le lecteur au *Traité de Botanique* de M. Van Tieghem (1) pour l'énoncé général de ce fait que « suivant l'âge de la tige qui les porte, les feuilles vertes bien développées ont souvent des formes différentes. »

En ce qui concerne spécialement le groupe des Conifères, il n'est guère d'ouvrage de botanique descriptive, s'occupant de

(1) Ph. Van Tieghem : *Traité de Botanique*, 1re édition, 1884; p. 335.

ces plantes, qui ne signale au moins quelques cas de polymorphisme foliaire : le traité classique de M. Carrière (1) est riche en observations de cet ordre. M. L. Collot, dans une étude courte, mais substantielle, de ce phénomène envisagé avec toute sa généralité (2), a résumé l'ensemble des faits connus jusqu'à lui, et en a montré l'intérêt philosophique.

Mon travail ayant surtout pour objet de chercher dans l'anatomie des organes une confirmation et, s'il se peut, une extension des données de la morphologie externe, il importe de passer rapidement en revue les travaux qui ont contribué à nous faire connaître la structure des feuilles de Conifères.

En 1874, M. C. E. Bertrand a publié sur l'anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères, un mémoire étendu (3) dans lequel il donne l'indication générale des travaux antérieurs au sien et touchant le même sujet; relevons parmi ceux qui concernent plus ou moins directement la morphologie de la feuille chez les Conifères, ceux de Göppert (4), Schacht (5), F. Hildebrand (6), Dippel (7), Fr. Thomas (8), Ed. Strasburger (9), Ph. Van Tieghem (10).

Au cours de son travail, M. Bertrand s'est proposé de trouver dans l'organisation anatomique des diverses espèces de Conifères, des caractères applicables à leur classification. Il a obtenu, notamment par l'étude des feuilles, des groupements naturels d'espèces ou de genres : les tableaux synoptiques disséminés dans son mémoire montrent comment l'étude microscopique d'une section transversale de feuille peut conduire à la détermination

(1) E.-A. Carrière : *Traité général des Conifères*, Paris, 1867.
(2) L. Collot : *Études morphologiques sur les feuilles des très jeunes végétaux* (*Rev. des sc. naturelles*, rédigée par Dubreuil, 1876, t. V, n° 1, p. 49-56).
(3) C.-E. Bertrand : *Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères* (*Ann. sc. nat.*, Bot., 5e sér., t. XX, 1874).
(4) H.-R. Göppert : *De structura anatomica Coniferarum* (Vratislaviæ, in-4° cum 2 tab., 1841).
(5) H. Schacht, *Der Baum* (Bonn, 1860).
(6) F. Hildebrand : *Bau der Spaltöffnungen der Coniferen* (*Bot. Zeitung*, 1860).
(7) Dippel : *Zur Histologie der Coniferen* (*Bot. Zeitung*, 1863).
(8) Fr. Thomas : *Zur vergl. Anat. d. Coniferen Laubblätter* (*Pringsh. Jahrb.*, Bd. IV, Heft 1, 1865).
(9) Ed. Strasburger : *Die Gnetaceen und die Coniferen* (Jena, 1873).
(10) Ph. Van Tieghem : *Sur les canaux sécréteurs des plantes* (*Ann. sc. nat.*, Bot., 5e série, t. XVI, 1872).

générique ou spécifique. « On peut encore déduire », ajoute l'auteur, « de l'examen de ces tableaux qu'il y a une concordance parfaite entre la distribution géographique des espèces et leur classification naturelle. »

Le travail très étendu de M. Bertrand a servi de base à tous ceux qui se sont ensuite occupés de l'anatomie des organes végétatifs chez les Conifères ; il renferme d'ailleurs quelques indications sur les variations de structure que présentent les feuilles des diverses pousses dans certains genres, notamment chez les Pins.

Parmi les botanistes qui, après M. Bertrand, ont étudié les feuilles des Conifères, certains se sont placés, comme lui, au point de vue de l'anatomie comparée, et ont demandé à l'histologie des caractères taxinomiques. Em. Purkyne (1), MacNab (2), Carl Bolle (3), C. Koch (4), Engelmann (5), J. Medwedew (6), R. von Wettstein (7), etc. ont suivi cette voie. C'est surtout aux variations que présentent la disposition et le nombre des stomates, la forme et la situation des canaux sécréteurs, le développement de l'appareil hypodermique, que ces divers auteurs ont emprunté des caractères permettant soit de reconnaître les espèces ou les genres déjà établis, soit de fixer la valeur spécifique de formes nouvelles.

(1) Em. Purkyne : *Ueber die histologischen Unterschiede der Pinus species* (*Sitzungsber. der Königl. böhm. gesellsch. der Wissenschaften in Prag*, 1875, p. 9-12).

(2) Mac Nab : *Minute structure of the leaves of Pinus lasiocarpa* Hooker *and P. grandis* Douglas ; — *Structure of leaves of Pinus mertensiana and P. canadensis* (*Quarterly Journal of microscopical science*, 1875-76-77, passim). — Id., *Remarks on the structure of the leaves of certain Coniferæ* ; — *A Revision of the species of Abies*, etc. (*Proceedings of the Royal Irish Academy*, 1875-76, passim).

(3) Carl Bolle : *Die Omorika-fichte, ein neues europaischer Waldbaum* (*Monatschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den königl. Preuss. Staaten für Gärtnerei und Pflanzenkunde*, 1877, p. 124, 158).

(4) C. Koch : *Abies Douglasii* (*Sitzungsber. der Bot. Vereins der Provinz Brandenburg*, 1877, p. 15).

(5) G. Engelmann : *A Synopsis of the American Firs* (*Transactions of the Academy of science of St-Louis*, vol. III, n° 4, 1878) ; *Revision of the genus Pinus and description of P. Elliotii* (id., vol. IV, 1880 ; p. 161-189).

(6) J. Medwedew : *Einige Bemerkungen über die Unterscheidungsmerkmale von Abies nordmanniana* Stev. (*Mittheilungen der Caucasischen Gesellschaft der Freunde der Naturw. und des Alpenclubs*, Heft II, 1880, Tiflis).

(7) R. v. Wettstein : *Verwerthung des anatomischen Blattbaues für die systematische Unterscheidung der einheimischen Coniferen* (*K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien*, 13 oct. 1887).

Quelques-uns, à l'exemple de Henning (1), ont poursuivi l'étude générale des lois qui président à la symétrie des tissus de la feuille.

Un grand nombre se sont attachés à déterminer les variations que peuvent amener dans la structure de cet organe les causes extérieures, telles que l'habitat, le climat, le géotropisme, etc. Je citerai pour mémoire MM. Areschoug (2), Mer (3), Möbius (4), Grüss (5), Noack (6), etc. Toutes leurs recherches ont montré que le développement de chaque tissu de la feuille ou de l'écaille, prise sur un plant adulte d'une Conifère déterminée, loin d'être absolument constant, est fonction d'une foule de facteurs dont chacun tend à le modifier dans un sens propre : l'équilibre de structure de la feuille dépend, dans une certaine mesure, du nombre, de la nature et de l'intensité de ces forces multiples.

Enfin, il suffit de feuilleter les recueils périodiques pour s'assurer que le polymorphisme de la feuille, dans une espèce donnée de Conifères, toutes conditions égales d'ailleurs, n'a cessé de frapper les observateurs. Je ne puis songer à citer toutes les notes suggérées par ces observations ; je signalerai seulement les noms de Pasquale (7), Hildebrand (8), Menge (9), Beissner (10),

(1) Henning : *Die Lateralitätsverhaltniss bei den Coniferen* (*Bot. Centralblatt*, Bd. XXXI, n° 13).

(2) Areschoug : *Der Einfluss des Klimas auf die anatomische Structur der Blattorgane* (*Engler's Bot. Jahrb.*, Bd. II, Heft 5, p. 511).

(3) Mer : *De l'influence de l'ombre et de la lumière sur la structure, l'orientation et la végétation des aiguilles d'Abies excelsa* (Bull. Soc. bot., 1883, p. 40).

(4) Möbius : *Die mecanischen Scheiden der Secrethehälter* (*Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 1885, t. XVI, p. 262).

(5) Grüss : *Die Knospenschuppen der Coniferen und deren Anpassung an Standort und Klima* (Inaugural Dissertation, Berlin, 1885).

(6) Noack : *Der Einfluss des Klimas auf die Cuticularisation und Verholzung der Nadeln einiger Coniferen* (*Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, XVIII, 1888).

(7) G.-A. Pasquale : *Della eterofillia nel Cupressus funebris*, 1872.

(8) Hildebrand : *Abweichende Formen der Blattstiele, Blattspreiten und Nebenblätter* (*Flora*, 1875, n^os 20, 21).

(9) Menge : *Ueber die Blattscheide der nadeln von Pinus silvestris* (*Bericht über die erste Versammlung des Westpreussischen botanisch-zoologischen Vereins zu Danzig*, am 11 Juni 1878).

(10) L. Beissner : *Ueber Formveränderung von Coniferen sämlingen* (*Regel's Gartenflora*, 1879). Id., *Verschiedene Bemerkungen über Coniferen* (*Regel's Gartenflora*, 1881). — Id., *Noch ein Wort über die Retinisporen* (*Regel's Gartenflora*, 1881). — Id., *Ueber Jugendformen von Pflanzen, speziell von Coniferen* (*Berichte der deutschen botan. Gesellschaft*, 1888).

Kirk (1), Lazarski (2), Masters (3), Hemsley (4), Göbel (5), etc., parmi ceux des botanistes qui ont le plus contribué à mettre en évidence l'influence que l'âge de la plante exerce sur la disposition des feuilles à la surface de l'axe qui les supporte, et sur leur aspect extérieur. Mais je dois, en même temps, faire remarquer que leurs travaux ont porté presque toujours sur les Cupressinées, où le polymorphisme foliaire se présente en quelque sorte avec son maximum d'intensité, au point que des formes juvéniles d'espèces connues à l'état adulte ont pu être décrites comme des espèces distinctes. Je dois ajouter aussi que l'étude anatomique du polymorphisme n'a été, dans tous ces mémoires, qu'à peine effleurée (6); elle n'a pas fait l'objet d'un travail synthétique. C'est ce double motif qui m'a poussé à entreprendre le travail actuel, et à commencer la publication des résultats obtenus par la tribu un peu négligée des Abiétinées.

Je me suis efforcé d'étudier pas à pas la différenciation progressive que subit le membre foliaire, depuis sa forme séminale (cotylédon) jusqu'à sa forme adulte (feuille végétative); j'ai laissé, au contraire, de côté l'étude des phénomènes de différenciation régressive, qui conduisent de la feuille végétative à l'écaille protectrice du bourgeon; on en trouverait d'ailleurs les éléments dans le mémoire que M. Göbel a consacré à la morphologie et à la physiologie de la Feuille (7).

(1) T. Kirk, *On the new Zealand species of Phyllocladus* (*Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1877, vol. X, 1878, p. 378).

(2) Jos. Lazarski, *Beiträge zur vergleichende Anatomie der Blätter einiger Cupressineen* (*Zeitschrift des allgem. österr. Apotheker-Ver.*, 1880).

(3) M.-T. Masters, *Dimorphic leaves of Conifers* (*the Nature*, XXIII, 1880).

(4) W.-B. Hemsley, *Juvenile forms of Conifers* (*the Gardener's Chronicle*, XV, 1881).

(5) Göbel, *Ueber die Jugendzustände der Pflanzen* (*Flora*, 1889).

(6) M. Bertrand (*loc. cit.*) donne incidemment quelques indications sur la structure des deux sortes de feuilles chez les Pins; M. Vallot, dans un travail plus récent (*Le Juniperus phœnicea à forme spiculaire*, *Journal de Botanique*, 1888, p. 329), a eu l'occasion de mettre en relief les différences anatomiques qui caractérisent deux formes de feuilles chez certains Genévriers.

(7) K. Göbel, *Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. I. Die Niederblätter* (*Bot. Zeitung*, XXX, Leipzig, 1880).

(A suivre.)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MODIFICATIONS DES FEUILLES

CHEZ LES PLANTES MARITIMES

Par M. Pierre LESAGE (*Fin*).

Récolte du 28 *juin.* — Ce dernier point s'accuse encore davantage dans l'étude des feuilles récoltées le 28 juin.

Tandis que les groupes terreau et tangue, terreau et sel, ne montrent pas de différence sensible, quant à la chlorophylle, les autres groupes, en particulier les pots D + S 12,5, D + S 25, $D\frac{14}{15}$ + M 1/15, D 1/2 + M 1/2, M ont de la chlorophylle en moins grande quantité que les plantes de terreau seul ou bien des pots les moins salés dans chaque groupe.

C'est ce que rendent les figures 5, 6, 7 et 9, Pl. 9, si on les compare à la figure 8. Celle-ci donne la répartition de la chlorophylle dans une cellule palissadique de D + S 1 qui représente à très peu près, les conditions de terreau, celles-là montrent une même cellule palissadique dans D + S 12,5; D + S 25; D 1/2 + M 1/2; M.

Notons en passant l'exagération de la cellule palissadique de M prise comme les autres, au-dessus de la nervure médiane.

J'ai représenté la coupe des feuilles de D + S 25, M, T et T + 500 S (fig. 1, 2. 3 et 4, Pl. 8). Nous remarquons que deux sont plus épaisses que celle de terreau et une, celle de T + 500 S, est plus mince. Mais, à part les variations d'épaisseur, les trois coupes

D + S 25, M et T + 500 S montrent des palissades plus régulièrement disposées, plus serrées et en assises plus nombreuses que terreau.

Le mésophylle présente six assises dans les quatre cas ; il est le plus lacuneux dans la feuille de terreau et les cellules de la région moyenne y sont plus ou moins irrégulières ou même allongées horizontalement.

D 1/2 + M 1/2 montre la même disposition que M ; D + S 12,5 est comme D + S 25.

Les palissades sont donc plus développées dans le sens radial et présentent plus d'assises dans les plantes salées que dans celles de terreau.

Les lacunes sont moins prononcées et la chlorophylle est moins abondante dans les plantes des pots où la salure a été apportée par des arrosages répétés, que dans celles qui viennent des pots les moins salés ou de terreau.

Il en est de même pour l'épaisseur de la feuille.

Relativement à celle des feuilles types venant de terreau, elle est :

1° Bien plus grande dans D + S 25 ; M, D 1/2 + M 1/2 ; T + 25 S et T 3/4 + t 1/4 ;

2° A peu près égale dans D + S 12,5 ; D + S 2,5 ; D + S 1, D 4/5 + M 1/5 ; D 9/10 + M 1/10 ; D 14/15 + M 1/15 ; D 24/25 + M 1/25 ; t, T 3/4 + t 1/4 ; T + 125 S ;

3° Légèrement plus petite dans D + S 5, T + 250 S, T + 55 S, T + 11 S et T 1/2 + t 1/2.

Les feuilles sont donc charnues, surtout sur les échantillons arrosés aux dilutions préparées. Cette carnosité tient au développement général de tous les éléments, des palissades en particulier.

Les épidermes ne suivent pas régulièrement les variations de l'épaisseur de la feuille. Il en est de même pour les nervures. En moyenne, à une très grande épaisseur correspondent, le plus souvent, des cellules épidermiques un peu plus grandes et des nervures plus développées qu'à une épaisseur ordinaire. Ces changements sont loin de présenter une proportionnalité, et il y a des contradictions.

La paroi externe des cellules épidermiques est assez peu variable.

J'ai pris, à la chambre claire et à un même grossissement, toutes les coupes que je devais comparer; en rapprochant les croquis, les différences sont saisissantes; c'est de cette manière que je les ai reconnues et signalées dans l'étude des trois espèces cultivées; c'est parmi ces dessins que j'ai pris les figures qui composent les planches 8 et 9, choisissant les plus propres à rendre les points que je voulais faire ressortir.

J'ai aussi essayé de comprendre, à l'aide de courbes, la marche des cultures pour le *Lepidium sativum* (fig. 34, p. 166).

En prenant dans chaque groupe :

1° Pour abscisses, les quantités de sel ayant passé dans chaque pot du 16 avril au 10 juin ;

2° Pour ordonnées, les hauteurs des pieds de Lepidium, la surface, l'épaisseur des mêmes feuilles et les nombres d'assises palissadiques de ces mêmes feuilles.

J'ai obtenu, dans chacun des quatre groupes, quatre courbes dont l'allure générale accuse un commencement de parallélisme, prises deux à deux.

C'est ce que l'on voit entre :

1° La hauteur des pieds et la surface de la feuille ;

2° L'épaisseur de la feuille et le nombre des assises palissadiques.

En même temps, et la chose est surtout frappante pour le groupe des D + S (1), les courbes montrent des variations inverses que nous pouvons traduire de la façon suivante :

1° Quand la hauteur des pieds et la surface des feuilles diminuent, l'épaisseur de la feuille et le nombre des assises palissadiques augmentent; en même temps la salure devient plus forte.

2° Quand la hauteur des pieds et la surface des feuilles augmentent, l'épaisseur de la feuille, le nombre des assises de palissades et la salure diminuent.

Je me suis laissé entraîner à dire quelque chose sur ce point en me rappelant ce qui se passe dans la nature, ce que j'ai vu,

(1) Voir la figure 34 des courbes du *Lepidium sativum*, au 10 juin 1888, dans le groupe des D + S et dans T.

par exemple, dans l'*Aster Tripolium* du Vivier. A la limite du

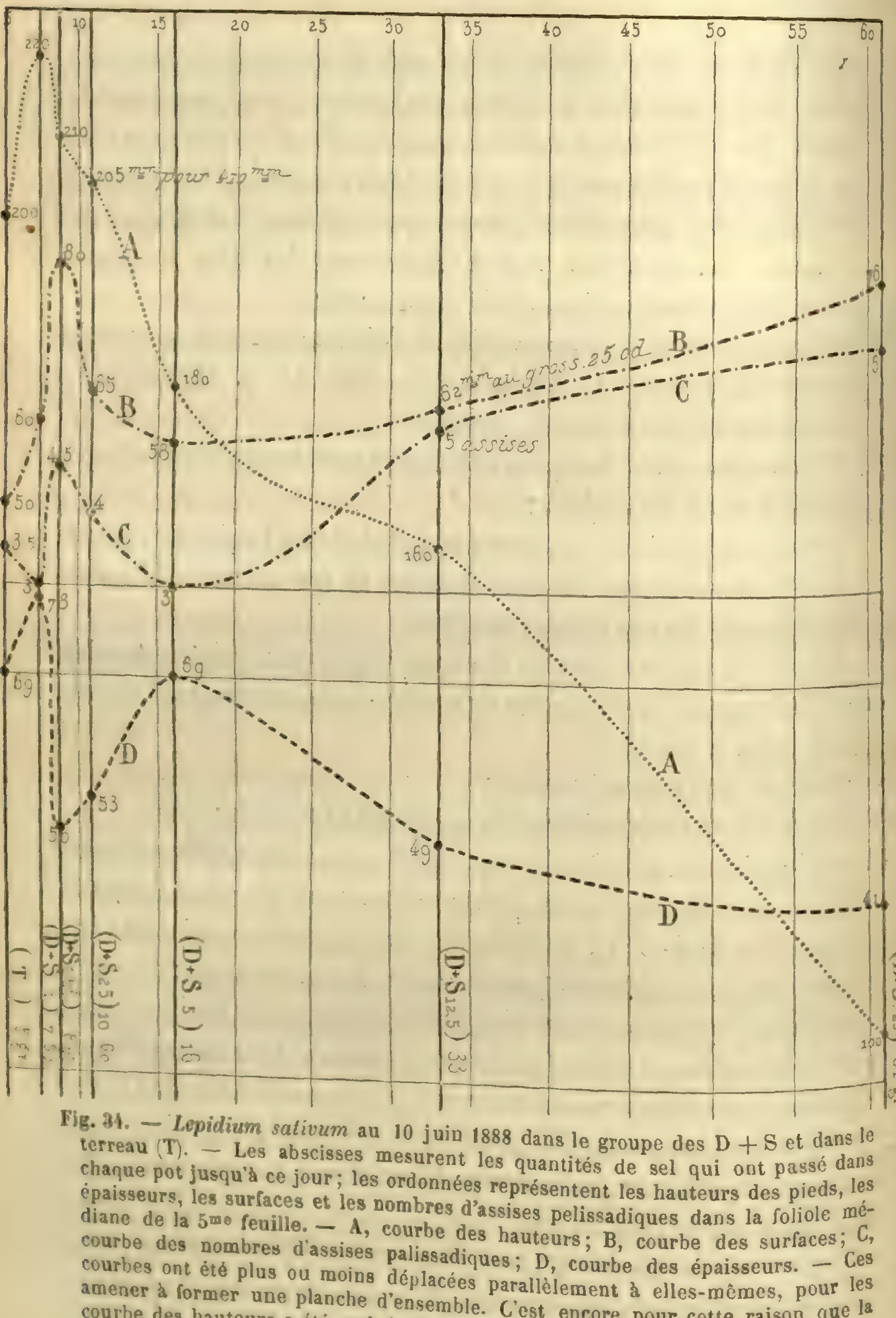


Fig. 34. — *Lepidium sativum* au 10 juin 1888 dans le groupe des D + S et dans le terreau (T). — Les abscisses mesurent les quantités de sel qui ont passé dans chaque pot jusqu'à ce jour ; les ordonnées représentent les hauteurs des pieds, les épaisseurs, les surfaces et les nombres d'assises pelissadiques dans la foliole médiane de la 5me feuille. — A, courbe des hauteurs ; B, courbe des surfaces ; C, courbe des nombres d'assises palissadiques ; D, courbe des épaisseurs. — Ces courbes ont été plus ou moins déplacées parallèlement à elles-mêmes, pour les amener à former une planche d'ensemble. C'est encore pour cette raison que la courbe des hauteurs a été surbaissée dans le rapport de 2 à 1. Pour la courbe des assises palissadiques, 3,5 veut dire qu'il y a 3, quelquefois 4 (3 à 4) assises ; de même 4,5 est employé pour 4 à 5.

gazon, sur les vases salées, la plante est très petite, les feuilles courtes, étroites, mais fortement épaissies et à mésophylle tout palissadique (fig. 6, Pl. 7); vers l'intérieur des terres, sur les bords du Guyoul, elle présente des tiges élevées, des feuilles plus de deux fois plus longues et plus larges que les précédentes, mais bien plus minces et à mésophylle formé en majeure partie de tissu spongieux (fig. 5, Pl. 7). De telle sorte que, avec les salures des deux stations, et les données ci-dessus, je pourrais tracer, pour l'*Aster Tripolium*, des courbes qui seraient tout à fait concordantes, dans leur allure générale, avec celles du *Lepidium sativum*.

Il m'a paru intéressant de montrer que mes cultures peuvent donner des conclusions en accord avec ce que la nature laisse clairement saisir dans quelques-unes de ses manifestations. C'est un gage de la solidité des renseignements qu'elles m'ont fournis et je suis plus à l'aise pour formuler les résultats de mes expériences.

CHAPITRE III

CONCLUSIONS DE LA PARTIE EXPÉRIMENTALE

Des trois espèces étudiées, une seule s'est conservée dans toutes les conditions de la culture. Les deux autres n'ont pas pu pousser dans les pots trop salés, ni se conserver dans ceux que j'ai arrosés avec des liqueurs trop concentrées.

Le *Lepidium sativum* a résisté à la salure de T+500S, T+250S, qui était poussée à l'extrême et à l'eau de Vilaine additionnée de 25 grammes de sel par litre. Les deux autres plantes se sont arrêtées à T + 55S et n'ont pu subir que les arrosages de D4/5+M1/5 et D+S5, au plus, c'est-à-dire ceux où l'eau ne contenait que 5 grammes de sel par litre

C'est là une différence notable qui nous montre combien les plantes peuvent résister inégalement à l'action du sel marin.

L'étude anatomique nous fait voir encore que le *Lepidium sativum* manifeste les plus grandes variations de carnosité et de structure.

C'est sur ce *Lepidium sativum* que j'ai pu constater un certain rapport entre la taille des tiges, la surface des feuilles et le développement des palissades ou l'épaisseur de la feuille.

Pour cette espèce, dans les limites de mes cultures et au 10 juin, j'ai vu que :

Quand la hauteur des pieds et la surface de la feuille augmentent, le nombre des assises palissadiques et l'épaisseur de la feuille diminuent ;

Quand la hauteur des pieds et la surface de la feuille diminuent, le nombre des assises palissadiques augmente et la feuille s'épaissit.

J'ai pu constater encore, dans la marche des cultures, que le développement de la tige en hauteur et celui de la feuille en surface se font parallèlement ; qu'un parallélisme inverse existe

entre l'épaisseur de la feuille et le développement des palissades. C'est ce que traduiraient les courbes dont j'ai parlé.

Mais je cherchais surtout à vérifier les quatre points principaux que j'avais fait ressortir de l'étude des plantes dans la nature.

Nous avons vu que le *Pisum sativum* accusait une plus grande épaisseur de la feuille surtout dans les groupes des D+S et des D+M. Il montrait une plus grande longueur de ses palissades dans les mêmes cas et j'ai signalé D9/10+M1/10 comme présentant un peu moins de chlorophylle que terreau.

Le *Linum grandiflorum* a fait ressortir le développement des palissades qui tendent à envahir tout le mésophylle, en réduisant de beaucoup les méats intercellulaires; en même temps, la plus grande épaisseur de la feuille correspond aux sols les plus salés.

La chlorophylle a paru moins abondante dans les pots où le sel est en plus grande quantité que dans le terreau.

Enfin le *Lepidium sativum* a fait voir que les palissades se développent fortement avec la salure et les méats intercellulaires tendent à disparaître. Mais il y a deux groupes à établir : d'une part les arrosages D+S et D+M, d'autre part les sols terreau et sel, terreau et tangue. Dans le premier groupe, à des palissades exagérées dans les arrosages à solutions plus concentrées, correspond une épaisseur très grande de la feuille; dans le second, les palissades peuvent être beaucoup mieux représentées dans les pots très salés que dans terreau, bien que la feuille y demeure plus mince.

C'est ce que nous ont montré les feuilles récoltées le 13 mai et le 28 juin.

La chlorophylle tend à diminuer sensiblement, mais je n'ai bien constaté cela que dans les feuilles des pots arrosés aux dilutions et où les palissades sont fortement exagérées, c'est-à-dire venant de D+S25; D+S12,5; M; D1/2+M1/2.

De l'ensemble de ces faits on peut tirer les conclusions suivantes :

1° *La feuille devient plus épaisse dans un sol salé; mais sur-*

tout si la salure est apportée sous forme d'arrosages. Les effets se font sentir avec plus ou moins d'énergie d'une espèce à l'autre;

2° *Les palissades se développent beaucoup plus dans les terrains salés, quelle que soit la façon dont le sel ait été apporté; mais l'exagération de ces palissades est plus grande dans les échantillons arrosés avec des dilutions préparées;*

3° *Les méats intercellulaires diminuent beaucoup avec la forme palissadique du mésophylle et, dès lors, avec la salure du sol;*

4° *La chlorophylle tend à se réduire dans les échantillons où les palissades sont très exagérées, dans ceux qui ont été arrosés avec les dilutions les plus salées.*

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Si nous comparons ces résultats à ceux que j'ai donnés à la fin de l'étude des espèces prises dans la nature, nous reconnaîtrons que les cultures, pour les quatre points considérés, sont en complet accord avec ce qui se produit dans les espèces spontanées.

Le voisinage du bord de la mer augmente le plus souvent l'épaisseur de la feuille et en modifie la structure. L'influence dominante introduit dans les feuilles des modifications tout à fait comparables à celles qui sont le résultat de cultures où l'élément variable est le sel marin.

Je suis donc porté à dire que ce sel détermine, pour la plus grande part, les variations des plantes au bord de la mer.

Quel est son mode d'action? je ne puis prétendre l'indiquer exactement et je n'ai point pour le moment, dirigé mes efforts de ce côté.

Je dois cependant rappeler que, dans mes cultures, les effets les plus faciles à constater et les mieux caractérisés se sont produits dans les pots où la salure était apportée par les arrosages les plus salés.

Ceci reporte l'esprit vers la répartition du sel par les vents, les embruns de la mer, les brumes.

Dans ces conditions, pourquoi la liste des plantes indifférentes est-elle aussi longue?

J'en ai compté 27 sur un total de 85 plantes. Mes cueillettes ont pourtant été faites soit sur la grève, soit, au plus éloigné, dans les champs de bordure; la distance des stations maritimes

à la ligne des plus hautes mers a donc très peu varié pour les différentes espèces, et le mode de répartition dont je viens de parler pouvait s'effectuer également ou presque également dans tous les cas.

C'est qu'alors la salure apportée seulement par les vents n'est pas suffisante ; il faut que le sol la présente lui-même et encore dans des proportions relativement élevées. Il y aurait comme conséquence que les plantes vraiment maritimes occupent sur le littoral une bande qui doit être très étroite.

Dans les cultures renouvelées de 1889, j'ai constaté une carnosité très prononcée dans les échantillons poussés sur le mélange terreau et sel dans la proportion de 1/12. En 1888, je n'avais pas vu une aussi grande épaisseur de feuille. Il s'ensuit que la plante se soumet mieux à une influence subie déjà pendant un certain temps. Il en ressort surtout que le sol salé peut déterminer la carnosité aussi bien que le sol où la salure n'est introduite que par des arrosages préparés.

Ceci nous engage fortement à croire que, dans l'expérimentation, si nous appliquions simultanément les deux procédés, la carnosité serait mieux et plus vite obtenue qu'en les employant isolément : sur un sol préalablement salé, arroser alternativement à l'eau douce et à l'eau salée.

Qu'il soit apporté par l'atmosphère ou fourni par le sol, je ne puis rien dire sur l'action intime du sel marin. Je suis seulement en droit de le considérer, par l'analogie des effets, comme l'agent principal déterminant les variations importantes que j'ai reconnues et signalées à la fois dans mes cultures et dans les plantes recueillies dans la nature.

J'ai donc vérifié par mes cultures les quatre conclusions de la première partie; les conclusions suivantes résument tout mon travail :

1° *Les plantes vivant au bord de la mer y prennent des feuilles plus épaisses que lorsqu'elles végètent à l'intérieur des terres. Toutes les plantes ne suivent pas forcément cette règle ;*

2° *Dans les plantes qui subissent avec succès l'influence maritime, les cellules palissadiques sont très développées.*

Si l'épaisseur de la feuille est notablement accrue, les palissades s'allongent beaucoup; en même temps, le nombre des assises du mésophylle peut augmenter ou rester le même suivant les espèces.

Si la feuille garde à peu près la même épaisseur dans les différents cas, les palissades se développent de telle façon que le rapport du tissu palissadique au mésophylle soit le plus grand au bord de la mer;

3° *Les lacunes se réduisent beaucoup dans les feuilles des plantes du littoral;*

4° *La chlorophylle tend à être moins abondante dans les cellules des plantes qui ont poussé au bord de la mer. Cette conclusion est moins rigoureuse que les précédentes. On ne la vérifie bien que dans les plantes des stations qui sont inondées plus ou moins souvent par la mer ou qui reçoivent en assez grande quantité les embruns des vagues;*

5° *La carnosité, le développement des palissades, la réduction des lacunes et la diminution de la chlorophylle peuvent être provoqués dans des cultures expérimentales où l'élément variable est le sel.*

Les conditions favorables varient d'une espèce à l'autre.

Pour le Lepidium sativum, *ces conditions favorables ont été réalisées surtout dans les pots qui ont été arrosés aux dilutions les plus concentrées dans mes deux séries.*

Planche 7.

Fig. 1. — Coupe tranversale de la feuille de *Thesium humifusum* de la Sarthe, VT; gross. 160 d.

Fig. 2. — La même coupe du *Thesium humifusum* de la Varde, VM, au même grossissement. La différence d'épaisseur est très frappante ; celle qui a trait aux palissades est tout aussi marquée ; les cellules sont plus serrées dans VM.

Fig. 3. — Coupe transversale de la feuille de l'*Eryngium maritimum* du Jardin de Rennes, VT ; elle est prise entre les nervures ; gross. 160 d.

Fig. 4. — La même coupe de l'*Eryngium maritimum* non inondé aux grandes marées, de Paimpol, VM.

En comparant les figures 3 et 4 ou reconnaît une plus grande épaisseur pour VM_2, une assise palissadique en plus dans le groupe supérieur, une en plus dans le groupe inférieur remplaçant l'avant dernière-assise lacuneuse et à éléments irréguliers de VT. Je n'ai pas donné la coupe de VM_1, c'est-à-dire des échantillons inondés aux grandes marées, il suffit de dire qu'elle exagère encore les palissades et l'épaisseur de la feuille par rapport à VM_2.

Fig. 5. — Coupe transversale de la feuille de l'*Aster Tripolium* des bords du Guyoul, VT, au grossissement de 75 d.

Fig. 6. — La même coupe de l'*Aster Tripolium* le plus avancé sur les vases du Vivier, VM. La comparaison indique nettement que VM est plus épaisse, qu'elle a des palissades en assises beaucoup plus nombreuses et plus développées radicalement ; qu'enfin son mésophylle est plus serré.

Planche 8.

Fig. 1. — Coupe transversale de la foliole médiane de la quatrième feuille au-dessous de l'inflorescence terminale. *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D + S25 (250 d.)

Fig. 2. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, M, la même coupe.

Fig. 3. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, terreau, la même coupe.

Fig, 4. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D + 500 S, la même coupe.

La comparaison des coupes 1 à 4 montre une plus grande épaisseur, une carnosité marquée dans les feuilles de M et $D + S_{25}$, avec des palissades envahissant tout le mésophylle, entre les nervures ; malgré sa minceur, la coupe 4 du sol T + 500 S, comme les deux précédentes, présente une mésophylle tout palissadique tandis que la feuille 3, du terreau, est plus lacuneuse et porte à peine 3 à 4 assises de palissades dans un mésophylle de 6 assises.

Fig. 5. — *Lepidium sativum*, récolte du 13 mai, terreau, coupe transversale de la foliole médiane de l'une des deux premières feuilles ; gross. 250 d.

Fig. 6. — *Lepidium sativum*, récolte du 13 mai, M ; la même coupe faite pour comparer à la précédente. M est plus épaisse; les palissades y sont plus développées radialement et comptent une assise de plus que la feuille de terreau, où les méats intercellulaires sont plus grands.

Fig. 7. — *Lepidium sativum*, récolte du 10 juin, T + 250 S; coupe transversale de la foliole médiane de la cinquième feuille au-dessous de l'inflorescence terminale; gross. 250 d.

Fig. 8. — *Lepidium sativum*, récolte du 10 juin, terreau; la même que 7.

Fig. 9. — *Lepidium sativum*, récolte du 10 juin, D + S25; la même coupe que les deux précédentes. Ces trois coupes font voir que D + S25 et T + 250 S portent des feuilles plus épaisses, charnues; les assises palissadiques y sont plus nombreuses et les méats intercellulaires plus réduits que dans la feuille de terreau.

Planche 9.

Fig. 1. — *Linum grandiflorum* D + S5, coupe transversale de la feuille; gross. 250 d.

Fig. 2. — *Linum grandiflorum*, terreau; la même coupe que la précédente.

En comparant ces deux figures on constate que D + S5 est beaucoup plus épaisse, offre, entre les deux nervures, 4 assises palissadiques envahissant tout le mésophylle, quand la feuille de terreau n'en présente que 2, les 2 autres assises étant formées de cellules plus ou moins isodiamétriques et laissant entre elles des méats relativement développés.

Fig. 3. — *Pisum sativum*, récolte du 19 juillet, D 9/10 + M 1/10, cellule palissadique avec grains de chlorophylle; gross. 500 d.

Eig. 4. — *Pisum sativum*, récolte du 19 juillet, terreau; même cellule palissadique pour comparer à la précédente. On voit que 4 renferme des grains de chlorophylle plus gros et plus nombreux que D 9/10 + M 1/10 (500 d.)

Fig. 5. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D + S12,5; cellule palissadique prise sur la nervure médiane pour comparer la répartition de la chlorophylle (500 d.)

Fig. 6. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D + S25; cellule palissadique dans les mêmes conditions que celle de 5.

Fig. 7. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D 1/2 + M 1/2; cellule analogue à celle de 6.

Fig. 8. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, D + S1; cellule palissadique à comparer aux 3 précédentes et à la suivante; elle présente la chlorophylle comme les cellules analogues prises dans les feuilles de terreau.

Fig. 9. — *Lepidium sativum*, récolte du 28 juin, M; cellule palissadique prise comme les précédentes sur la nervure médiane et au même grossissement. De l'examen de ces 5 figures il résulte que les grains de chlorophylle sont plus gros dans T + S_1 qu'ailleurs, où ils sont ou plus petits (5,7) ou plus ou moins désagrégés (6,9); on peut dire que la chlorophylle est moins abondante dans les cellules de D + S12,5; D 1/2 + M 1/2; D + S25; M, que dans celles de D + S_1 ou de terreau.

REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1888 OU DANS LE COURS DES ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(*Suite.*)

III. — ÈRE NÉOPHYTIQUE.

A. — *Période crétacée.*

Dans notre revue des derniers travaux relatifs aux ères paléophytique et mésophytique (1) nous n'avons eu qu'à suivre, pour ainsi dire, une voie dès longtemps ouverte. Nous avons eu à notre disposition, non seulement des cadres tout préparés, dans lesquels les végétaux anciens viennent prendre place sans efforts, l'interprétation seule de leurs affinités présumées pouvant soulever des controverses, mais nous avons eu encore à analyser des œuvres considérables, quelques-unes conçues dans de vastes proportions et constituant de véritables monuments. Il nous a suffi de les parcourir pour faire aussitôt saisir le point où en sont nos connaissances à l'égard des végétations primitives du globe. Notre tâche actuelle, bien qu'il s'agisse d'époques moins reculées et que la flore des périodes que nous allons interroger tende à se rapprocher toujours plus de celle que nous avons sous les yeux, notre tâche, loin de se simplifier, n'en devient que plus difficile. Les plantes primitives sont parfois étranges e elles s'écartent beaucoup de celles qui nous sont familières, mais elles appartiennent en revanche à un assez petit nombre de groupes et cette circonstance permet de les reconnaître sans trop d'embarras, de déterminer approximativement ce qu'elles ont dû être. Plus tard, c'est-à-dire après le jurassique, et à partir du moment où le règne végétal achève de se compléter, il n'en est plus ainsi; nous avons à faire de grands efforts pour éviter l'erreur; en un mot, l'interprétation des formes offre parfois des difficultés insurmontables.

Nous distinguons bien certaines grandes catégories : telle plante est une Filicinée, telle autre une Dicotylée; mais s'il s'agit de la rapporter à quelque genre particulier, soit éteint, soit encore vivant, l'embarras, le doute, l'incertitude envahissent souvent l'esprit, et l'on ne sait réellement à quoi se résoudre. Cette incertitude, il est vrai, n'est pas universelle; elle ne s'applique pas, loin de là, à la totalité des espèces que l'on examine, mais à une partie d'entre elles, en sorte qu'à côté d'attributions légitimes ou presque assurées, il en existe toujours de plus ou moins hasardées, sur lesquelles l'auteur le plus hardi ne se prononce pas sans réserves. En outre et peut-être à raison même de ces difficultés, les ouvrages publiés ou les travaux en voie d'exécution se trouvent bien plus restreints. En dehors de celui qui écrit ces lignes, peu de personnes se sont adonnées, en France, à l'étude des plantes créta-

(1) Voir ci-dessus *Revue générale de Botanique* (1889, p. 541 et 582).

cées ou tertiaires, malgré l'intérêt qu'elles présentent et la richesse des documents qui demanderaient à voir le jour. Naturellement, nous nous efforcerons de ne rien négliger dans l'analyse des travaux venus à notre connaissance et concernant l'ère néophytique; mais nous aurons surtout recours, dans notre exposé, à l'ensemble des documents accumulés soit entre nos mains, soit dans diverses collections, et qui, demeurés inédits, sont pourtant de nature à jeter une vive lumière sur une foule de questions non encore résolues, aussitôt que le temps ou la bonne volonté de ceux qu'attire la paléontologie végétale permettront d'en tirer parti.

L'ère néophytique, nous l'avons déjà dit, coïncide à peu près avec le commencement de la période crétacée; mais le début même de cette ère n'ayant rien de brusque et résultant uniquement de l'introduction d'un élément jusqu'alors absent, en apparence au moins, de la flore terrestre, celui des Angiospermes Dicotylées, associées en nombre limité aux types encore dominants de l'ère précédente, il s'ensuit que l'on rencontre des ensembles appartenant déjà à la craie, tels que les flores wéaldiennes de l'Allemagne du Nord et celle de l'urgonien des Carpathes, dans lesquelles rien n'est changé en apparence vis-à-vis de ce qui existait auparavant. Les Dicotylées étant ou réellement absentes de ces flores ou trop subordonnées encore et trop rejetées à l'écart pour y jouer un rôle, c'est aux dernières flores jurassiques qu'il faut recourir si l'on cherche à définir les liens étroits rattachant les types exclusivement dominateurs des localités que nous venons de citer à ceux des âges antérieurs. Schimper n'a pas manqué de faire ressortir cette connexion et de rejoindre le wealdien au jurassique, au point de vue phytologique, le premier n'étant qu'un simple prolongement de celui-ci.

Lors du cénomanien, premier étage de la craie moyenne, tout est déjà changé. L'Amérique du Nord (Dakota-group), les contrées polaires, la Bohême et la Saxe, enfin le Portugal sur lequel nous reviendrons bientôt, ont fourni de riches séries de plantes, généralement rapportées à ce niveau, qui montrent la révolution déjà accomplie et les Dicotylées assez nombreuses pour obtenir la prépondérance, assez variées pour offrir tous les caractères d'une évolution déjà éloignée assurément de son point de départ originaire.

On conçoit pourtant le très grand intérêt qui s'attacherait à la possibilité de remonter plus loin et de se rapprocher encore plus du point initial, d'arriver finalement à constater les premiers mouvements d'expansion auxquels les Dicotylées ont dû obéir, lorsqu'elles commencèrent à se répandre, avant de se substituer aux types antérieurs et de les éliminer entièrement. Effectivement, des progrès sont sur le point de s'accomplir dans cette direction, et l'on a droit d'espérer que, sur le sol américain aussi bien qu'en Europe sur les bords du Tage, il sera donné de rencontrer des Dicotylées notablement plus anciennes que celles du cénomanien, contemporaines sinon des dernières formations jurassiques, appartenant du moins aux étages crétacés les plus inférieurs et, d'une façon générale, à cette division à laquelle M. de Lapparent a justement appliqué le terme d'infracrétacé, comme répondant à une sorte de période intermédiaire, séparant la fin du jurassique de la craie proprement dite, et comprenant les quatre étages ou subdivisions du

néocomien, de l'urgonien, de l'aptien et du gault ou albien, au-dessus duquel repose le cénomanien.

Les plus instructives de ces plantes fossiles infracrétacées seraient celles de la formation dite du Potomac, qui s'étend dans les États de Virginie, du Maryland, de la Caroline du Nord, et qui ont été l'objet d'une étude spéciale de la part du professeur Fontaine, en vue d'une publication impatiemment attendue. Les lits d'où provient cette flore recouvrent une formation plus ancienne qui, en Virginie et dans la Caroline, ont fourni des plantes décrites en 1883 par le même professeur Fontaine (1), et dont les caractères accusent franchement le jurassique inférieur. En attendant que le savant professeur ait fait paraître la flore du Potomac, dont la physionomie jurassique avait primitivement frappé M. Rogers et qui ne saurait en tout cas occuper dans la série un niveau supérieur à celui du wealdien d'Europe, nous savons, par un mémoire récent de M. Lester Ward (2), que dans cet ensemble d'une richesse vraiment exceptionnelle, ne comptant pas moins de 350 espèces, parmi lesquelles les *Dictyopteris*, *Thaumatopteris* et *Clathropteris* jouent un rôle considérable, le professeur Fontaine n'a pas recueilli moins de 75 espèces de Dicotylées, dont le faciès archaïque a frappé l'esprit observateur de M. Ward, à qui M. Fontaine a communiqué les documents dont il prépare la publication. L'auteur de la notice américaine s'exprime ainsi au sujet des Dicotylées du Potomac : « Nous constatons qu'elles se comportent justement comme elles devraient le faire dans une formation qui représenterait un âge immédiatement voisin de celui dans lequel cette catégorie végétale aurait commencé de paraître à la surface du globe ; elle constitue encore en effet ce qu'il y a de plus rare dans la flore en question : absentes de beaucoup de lits les plus riches en empreintes, les Dicotylées se montrent partout dans une proportion à peine égale à celle des types inférieurs de végétaux, distinguées par des caractères étranges, vagues et mal définis, au point de faire douter parfois de leurs affinités réelles avec le groupe dont elles font partie ; rappelant par certains côtés les Fougères, les Cycadées, les Conifères ou même les Monocotylées, elles comprennent des types nettement prophétiques de plusieurs familles actuellement en possession de leur complet développement. Ces Dicotylées forment par cela même un groupe homogène, non encore différencié, réunissant d'une façon à peine discernable tous les éléments de la flore dicotylée postérieure..... Il n'y a rien là que de normal, et l'anomalie, si elle existe, se montre plutôt dans les flores cénomaniennes, où le type se présente sous une forme bien développée et en possession de la prépondérance déjà pleinement acquise... »

Les plantes infracrétacées de Portugal, bien qu'elles ne soient pas aussi significatives, et qu'elles soient distribuées sur plusieurs niveaux successifs, ne sont cependant pas moins dignes d'intérêt que celles du Potomac. Nous nous réservons de faire de ces plantes, qui nous ont été confiées par la commission géologique de Lisbonne, présidée par M. Delgado, l'objet d'une étude spéciale ; mais leur examen étant déjà avancé, nous pouvons entrer ici, sur

(1) *Contrib. to the know. of the older mezozoic. Fl. of Virginia*, by Wif. Morris Fontaine ; Washington, 1883.

(2) *From the americ. Journ. of science*, vol. XXXVI, aug., 1888.

elles, dans quelques détails de nature à faire ressortir leur importance.

Ces plantes proviennent d'une vaste formation fluvio-marine, comprise, au nord du Tage, dans le périmètre qui s'étend de Coïmbre à Lisbonne et formant un parallélogramme irrégulier; elle se subdivise en une série d'étages échelonnés qui partent du wealdien pour atteindre supérieurement l'horizon du cénomanien et se prolonge au-dessus; l'étude stratigraphique de ces étages, caractérisés en outre par de nombreux fossiles a été faite avec beaucoup de soin par M. Paul Choffat qui en a publié les résultats.

C'est à la base de la formation, à la hauteur du valenginien supérieur, c'est-à-dire vers le néocomien moyen et à un niveau sensiblement correspondant au wealdien du nord de l'Allemagne, que les végétaux commencent à se montrer, dans des grès situés entre Matta et Valle de Lobos. Cette première flore caractérisée par la présence des types wealdiens les mieux connus : *Sphenopteris Mantelli*, Brngt., *Brachyphyllum*, *Frenelopsis*, *Sphenolepidium Kurrianum*, Dunk. et *Sternbergianum*, Dunk., et décrite en 1881 par Heer (1), se trouve dénuée de Dicotylées, du moins jusqu'ici il n'en a été observé aucune. Plus haut, à la hauteur de l'urgonien supérieur, ou peut-être intercalée à la base de l'aptien, paraît une deuxième flore, celle des grès d'Almargen, également décrite par Heer et toujours dénuée de vestiges de Dicotylées. C'est cependant à une faible distance verticale des végétaux terrestres d'Almargen, sur l'horizon probable de l'albien, à Buarcos, près de Taravéde, que se montrent les premières Dicotylées, avec une abondance relative et sous un aspect bien faits pour attirer l'attention. A Buarcos, cependant, les Fougères et les Conifères ne diffèrent pas de celles des niveaux inférieurs : comme à Valle de Lobos, c'est toujours le *Sphenopteris Mantelli* qui domine parmi les premières; il s'y joint des formes très curieuses, dont les unes touchent à celles du wealdien, ou du turonien de Bagnols, tandis que d'autres rappellent plutôt les *Cladophlebis* et autres types du corallien de la Côte-d'Or. Les Conifères sont surtout représentées par un *Brachyphyllum* d'affinité jurassique, associé à un *Sequoia* aux rameaux grêles et accompagné d'un véritable *Cycas*, d'une physionomie toute particulière, due à la ténuité des segments qui garnissent ses frondes.

Les Dicotylées, dont plusieurs ne sauraient être définies, ni rapportées à quelque groupe connu, tellement leur limbe foliaire se trouve découpé en lobes ou segments irréguliers dont on ne rencontre guère d'exemple en dehors des Protéacées, comprennent à côté de ces sortes de formes, d'autres espèces qui rentrent au contraire sans trop d'efforts dans le cadre de celles qui nous sont familières et dont plusieurs, du reste, ont été également observées dans le cénomanien de Bohême. C'est un *Salix* assimilable à ceux de la section *Fragiles*, un *Sassafras*, plusieurs *Aralia*, un *Aristolochia?* Enfin une Nymphéinée à feuilles peltées, de petite taille, parfaitement assimilable aux *Brasenia*, très voisins des *Calomba* et différant comme ceux-ci des Nymphéacées propres par leurs carpelles au nombre de 6 ou plus, non soudés entre eux. Les seuls *Brasenia* actuels, réduits, à ce qu'il semble, à une espèce unique, habitent les eaux douces de presque toutes les régions tropicales.

(1) Voir : Heer, *Contrib. à la Fl. foss. du Portugal*, Zurich, 1882.

L'extension du genre est donc en rapport avec son antiquité présumée, et son organisation moins complexe donne raison de sa présence dans un âge aussi reculé que l'infracrétacé. A Nazareth, autre gisement dont l'âge s'écarte peu de celui de Buarcos, les Dicotylées sont associées à des *Frenelopsis*, type de Conifères observé en premier lieu dans l'urgonien de Werndorf et que M. Zeiller a contribué à faire connaître ; elles comprennent des formes variées dont quelques-unes assimilables aux feuilles « eucalyptoïdes », si répandues dans le cénomanien de Bohême. Il ne faut pas laisser de côté un fruit de Nazareth fort petit, mais d'une parfaite conservation, que reproduit notre figure 35. Il paraît difficile de méconnaître dans ce fruit le méricarpe d'une Ombellifère, analogue à ceux des *Carum*, *Œthusa*, *Œnanthe*, etc.

Fig.35. — *Peucedanites antiquissimus* Sap. Méricarpe d'une Ombellifère infracrétacée du gisement de Nazareth, en Portugal. — L'organe est grossi à droite pour montrer les détails de structure conformes à ceux de plusieurs genres actuels d'Ombellifères.

Beaucoup de feuilles de ce gisement de Nazareth sont du reste d'une détermination difficile, à raison même de la trivialité de leurs caractères de forme et de nervation, qui empêche de pouvoir saisir à leur endroit une attribution générique, appuyée sur des indices tant soit peu sérieux.

La belle flore du cénomanien de Bohême, illustrée avec tant de soin grâce à M. Velenovsky, commence la série de la craie moyenne et s'interpose, pour ainsi dire, entre les niveaux à plantes du Portugal, dont il vient d'être question et la flore encore inédite, mais remarquable à bien des points de vue, du turonien de Bagnols, dans le Gard, dont la découverte et l'exploration sont dues à M. le professeur Marion et qui se trouve inséparablement liée, au point de vue phytologique, à celle du Beausset, en Provence. Il n'a été encore publié sur ces deux flores, représentant la craie moyenne dans le sud-est de la France, que des notions préliminaires ; mais comme la suite presque entière des échantillons recueillis se trouve entre nos mains, grâce à notre ami M. Marion, nous ne pouvons nous empêcher d'en dire ici quelques mots, tellement les éléments de ces flores semblent instructifs à l'égard du développement graduel des types de plantes et du renouvellement presque complet de l'ensemble de la végétation terrestre, dans le cours de la période où nous venons de pénétrer. Trois éléments principaux se partageaient alors la végétation européenne, dans une proportion à peu près égale en importance relative : Les Fougères, les Conifères, les Angiospermes, et parmi ces dernières les Dicotylées l'emportent déjà sur les Monocotylées très faiblement représentées. On observe dans ces trois catégories des particularités et des contrastes bien faits pour attirer l'attention : tandis qu'en Bohême, en Moravie, comme à Aix-la-Chapelle et aussi dans la craie arctique, les Gleichéniées occupent le premier rang et qu'à côté d'elles, des Dicksoniées (*Dicksonia punctata*, Sternb.), des Cyathées (*Thyrsopteris capsulifera*, Velen.) arborescentes tiennent une place considérable (1) ; au Beausset, de même

(1) Voy., *Die Farn. d. Böhmish. kreideform.*, Prag., 1868.

que dans le Gard, la prépondérance revient, parmi les Fougères, à un type réellement étrange qui semble tenir, par le mode d'incisure des frondes, aux *Scleropteris* et *Lomatopteris* jurassiques, tandis que la nervation en réseau de ses pinnules le rapproche des *Lonchopteris*. Ce sont nos *Comptoniopteris*, nommés ainsi parce qu'ils ne sont pas sans une certaine analogie extérieure avec des *Comptonia*, circonstance faite pour persuader que la plante du grès crétacé de Transylvanie, identifiée par Unger avec le *Comptonites antiquus* de Nilsson (1), et qualifiée par Schimper de composition bizarre (2), se rapporte à quelque forme congénère de celles qui abondent dans le turonien de Bagnols. La supposition est d'autant plus admissible que les couches transylvaniennes se rapportent au même niveau à *Innoceramus problematicus* auquel appartiennent celles des environs de Bagnols. Bien qu'il soit impossible de méconnaître une Filicinée dans ce type dont les empreintes présentent à Bagnols des portions notables de frondes affectant le port de celles des Callipteris du permien, la présence d'une nervation réticulée reporterait l'esprit vers quelque forme aberrante de Dicotylées, si d'autre part l'observation, dans certains cas, d'un rebord marginal cernant les pinnules n'obligeait d'admettre un mode de fructification conforme à celui des *Lomatopteris* jurassiques, genre auquel les *Comptoniopteris* confinent au premier abord par le faciès. Les pennes de ces Fougères sont toujours décurrentes sur le rachis principal qui est appendiculé ; il en est de même d'une curieuse espèce qui nous est connue par un dessin de M. Marion et dont les pinnules, adhérentes par la base, offrent des lacinies apicales qui donnent à ce type une curieuse ressemblance avec un type d'Osmondées australiennes, le *Leptopteris hymenophylloïdes*, R. et L. (*Todea hymenophylloïdes*, Rich.); mais cette forme de Bagnols peut être, d'autre part, rapprochée des *Kirchnera* de Velenovsky.

Les Conifères comprennent surtout des formes araucariennes. Nous avons figuré dans le *Monde des plantes* (3) un rameau de l'*Araucaria Toucasi* Sap., qui semble modelé sur ceux de l'*A. Bidwilii* actuel. D'autres rameaux fréquents à Bagnols, retracent le type bien connu de l'*Araucaria excelsa* ou Pin de Norfolck ou se rapportent aux *Cyparissidium* de Heer.

Il existe sur les confins douteux des Angiospermes et des Gymnospermes certaines empreintes dont le classement ne saurait être que provisoire. Dans cette catégorie se range, en premier lieu, une feuille de Bagnols, considérée par nous comme ressemblant extérieurement à celles des *Dracæna* (4) ; mais un très beau dessin de M. Marion que nous avons sous les yeux fait voir que cette plante diffère très peu du *Krannera mirabilis* de Corda, type problématique observé dans les grès cénomanien de Bohême, et dont M. Velenovsky a figuré de si beaux échantillons (5). Une autre empreinte de Bagnols rentre

(1) *Foss. Pflanzenreste aus Siebenb. und Ungorn.*, fig. 1.
(2) *Traité de pal. vég.*, II, p. 560.
(3) P. 198, fig. 27.
(4) Voy. *L'évolution du règne végét. — Les Phanérogames*, par G. de Saporta et A.-F. Marion, II, p. 40.
(5) *Die Gymnospermen d. Böhmisch. kreideform.* v. Dr Velenowsky, Prag., 1885, p. 1, pl. I et IV.

sans anomalie dans le cadre générique de nos *Palæorachis* et pourrait bien dénoter l'inflorescence de quelque Phœnicoïdée primordiale, dont les feuilles nous resteraient inconnues.

Les Dicotylées turoniennes du sud-est de la France offrent cette particularité qu'une partie d'entre elles seulement peut être rapportée à des genre actuels, dont l'existence, dès cette époque, se trouve ainsi établie, sinon d'une façon incontestable, du moins d'après des indices assez sérieux pour entraîner la persuation. Il en est spécialement ainsi d'un *Magnolia* du Beausset, *M. telonensis* Sap. (1). La présence même du genre, observé également dans la craie du Portugal, dans celle de Moravie et de Bohème, doit être considérée comme établie avec certitude. Deux espèces de Bagnols dénotent deux Ménispermées, assimilables aux *Cocculus*, *C. princeps* Sap. et *C. cercifolius* Sap. On observe encore à Bagnols une Euphorbe, *Euphorbiophyllum antiquum* Sap., et un Laurier, *L. prætavia* Sap.; mais toutes les autres Dicotylées: *Polytænia* (*P. quinquesecta* Sap. et Mar.), *Sapotacites*, *Sapindites*, *Myrtophyllum*, *Leguminosites* (2), ne peuvent être rapportées avec quelque vraisemblance qu'à l'ensemble d'un groupe déterminé, le *Polytænia*, comparable aux *Dewalquea* de Gelinden et de la craie blanche, aux Helléborées; les *Sapotacites*, *Sapindites*, *Myrtophyllum*, aux Sapotacées, Sapindacées, Myrtacées. Les feuilles ailées de Bagnols qui rappellent les Sapindacées offrent cette particularité que chez elles le pétiole commun est souvent ailé et les folioles sont confluentes vers le sommet de l'organe ou irrégulièrement distribuées. Les *Chondrophyllum* ne ressemblent à rien; ils rappellent vaguement les Loranthacées. D'autres encore sont plus étranges et l'on hésite à proposer pour elles un classement qui puisse satisfaire.

Au-dessus du turonien, et sans sortir de la craie, vers l'horizon du campanien, et sur un niveau équivalent à l'étage de Gosau, on rencontre encore des plantes dans le sud-est de la France, au sein des lits qui accompagnent les lignites du bassin de Fuveau. Ces plantes, toujours, il est vrai, fort clairsemées, le plus souvent réduites à des résidus indéterminables, n'ont été l'objet, jusqu'ici, d'aucun travail d'ensemble. Nous en avons fait connaître quelques-unes particulièrement des Rhizocaulées, dont le type reparaît plus loin dans la série tertiaire, à la hauteur de l'éocène supérieur et de l'oligocène. Les *Rhizocaulon*, plantes palustres, ont dû contribuer pour une large part à la formation des lignites du bassin, qui proviennent sûrement de l'accumulation de végétaux aquatiques, au fond d'une nappe tranquille et assez peu profonde. Plusieurs indices viennent à l'appui de cette manière de voir et le plus évident résulte de la rareté extrême des plantes terrestres mise en regard de l'abondance relative de celles qui, vivant sur place, ont laissé leurs vestiges dans les lits charbonneux en voie de formation. — En fait de végétaux terrestres et après de longues recherches, la principale espèce, en dehors de quelques *Phyllites* sans importance a été le Palmier

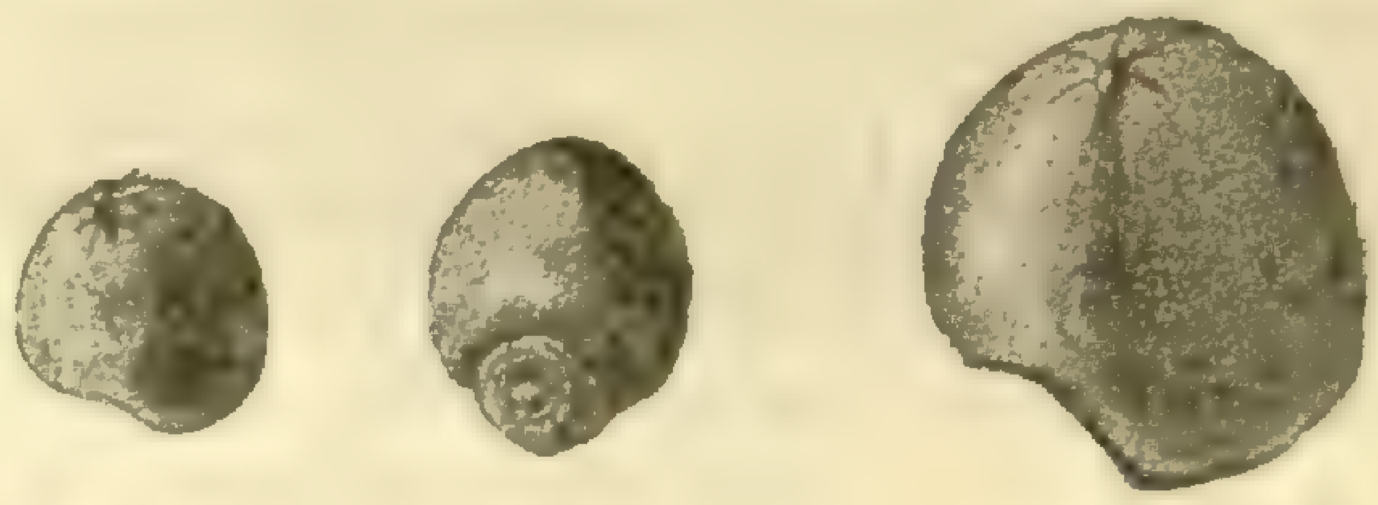
(1) *Le monde des plantes*, p. 198, fig. 27, 3.

(2) Quelques-unes de ces espèces : *Polytænia quinquesecta*, *Euphorbiophyllum antiquum*, *Laurus prætavia*, *Chondrophyton dissectum*, ont été figurées dans l'*Évolution du règne vég. — Les Phanérogames*, par MM. G. de Saporta et A.-T. Marion, II, p. 117, fig. 125, et 128, fig. 126.

de Gosau, nommé *Flabellaria longirachis* par Unger, et qui semble, par les caractères ambigus de sa fronde semi-flabellée, tenir le milieu entre les frondes flabellées et les frondes régulièrement pinnées, à la façon de celles de *Phœnix*.

Les plantes palustres du bassin de Fuveau sont bien plus nombreuses et surtout plus significatives. Parmi les Fougères, après des fragments de folioles éparses, il a été enfin découvert, par M. Gaston de Gérin, une sommité de fronde (Pl. 11, fig. 1) dont le rachis est accompagné de ses folioles et dans laquelle on ne saurait méconnaître un *Osmunda* remarquable par le contour élancé de ses folioles, lancéolées-linéaires, atténuées-obtuses à leur extrémité supérieure. Nous figurons ici pour la première fois, sur la planche 11, cette forme curieuse qui doit prendre place, dans la section *Euosmunda* Presl (emend.), tout auprès d'une forme, race, variété ou sous-espèce, dépendant du type de l'*O. regalis* et rapportée de Sénégambie par M. Heudelot (1).

Les Monocotylées, outre les *Rhizocaulon* que nous avons mentionnés et de



A B A'

Fig. 36. — A et B, graines présumées du *Nelumbium provinciale* Sap., grand. nat. ; l'une d'elles est grossie en A'. — Il faut noter le rapport de ces graines avec celles des *Euryale*, dépouillées de l'oreille.

nombreuses empreintes d'un *Nipadites* de petite taille (*N. provincialis* Sap.), comprennent encore les restes d'un *Pistia*, *P. Mozeli* Sap. et Mar., dont nous avons fait ressortir la presque identité avec le *P. stratiotes* actuel (2). Mais la principale plante palustre des couches à lignites de Fuveau est assurément le *Nelumbium provinciale* Sap., découvert à Trets par M. l'ingénieur Darodes (3) dans des lits charbonneux qui ont également fourni des œufs agglomérés de *Corydalis*, des valves d'*Unio* et des dents de Crocodiliens. Les feuilles du *Nelumbium provinciale* Sap., conformes à celles des espèces vivantes, tantôt étalées à plat, tantôt repliées en cornet, disposition qu'elles prennent d'elles-mêmes, au moment où elles cessent de végéter, sont de plus accompagnées, à ce qu'il semble, de graines éparses, très analogues à celles du *Nelumbium luteum* d'Amérique.

Ces graines, que nous figurons ici (fig. 36), s'écartent pourtant quelque peu de celles des *Nelumbium* vivants par le hyle ou cicatrice d'insertion basilaire plus large et plus prononcée, et par un point ombiliqué qui répond à l'em-

(1) Cette forme *senegalensis* Nob., existe dans l'herbier du Muséum de Paris. Elle habite les ruisseaux d'eau vive, à Touto-Dhialon, Sénégambie.

(2) Voy. *L'Évol. du règne vég. — Les Phanérogames*, II, p. 37, fig. 114, C. et D.

(3) Voir la figure d'une feuille de cette espèce, réduite à 1/3 gr. nat. dans l'ouvrage précédemment cité, II, p. 126, fig. 128.

placement du stigmate, au lieu de la saillie à sommet capité qui termine supérieurement les achaines du *Nelumbium luteum* Wild., bien plus voisins par leur forme arrondie que ne le sont ceux de l'espèce asiatique, *N. speciosum* Wild.

B. — Période éocène.

En poursuivant notre marche ascendante, c'est-à-dire en allant des couches inférieures vers les plus récentes, de manière à atteindre avant tout le paléocène ou base de l'éocène proprement dit, nous rencontrons le gisement de Sézanne qui nous offre un tableau très exact de l'aspect que présentait la végétation du nord de la France peu après le début des temps tertiaires.

Ce gisement est un travertin différant très peu par l'aspect de la roche concrétionnée qui forme la masse des travertins plus récents, datant les uns du miocène, comme ceux de Vesoul (Haute-Saône), les autres du pliocène, tels que les tufs de Meximieux. Mais si la roche, dans les trois cas, résulte du même phénomène chimique, il suffit de considérer la flore de Sézanne pour avoir l'impression de sa haute antiquité relative. L'ensemble des formes végétales affecte un large développement, un faciès luxuriant qui communiquent une physionomie sensiblement égale à toutes les espèces et qui s'oppose par cela même à leur exacte détermination. Lorsque l'on parcourt un herbier de la région supérieure de Java, on reste frappé de l'analogie qui existe entre les Cupulifères et autres types forestiers de cette station et les formes dominantes de Sézanne, sans doute en parties congénères de ces mêmes types. On sait que d'autres végétaux de Sézanne se rattachent au contraire à ceux qui sont restés européens, tels que des *Vitis*, *Hedera*, *Viburnum;* on sait encore que l'abondance des eaux pures retombant en cascades, auxquelles nous sommes redevables de la formation des tufs, favorisait la croissance des Fougères, dont il a été signalé toute une série d'espèces, appartenant, soit aux *Asplenium* (*A. Wegmanni* Brngt., *A. subcretaceum* Sap.) soit au groupe des Cyathées. Depuis la publication de notre flore de Sézanne (1), nous avons eu connaissance de deux nouvelles Fougères de cette localité, reçues en communication de M. le baron de Baye (2). Fous figurons ici pour la première fois ces deux espèces assurément très remarquables. L'une, dont nous avons rencontré un second échantillon à Manosque, dans la collection de M. Juliani, est l'*Adiantum sezannense* (Pl. 11, fig. 3) reconnaissable à ses folioles en trapèze, à nervure principale marginante inférieurement, lobulées le long de leur bord antérieur, dans les replis correspondant çà et là à des parties fructifiées. Cet *Adiantum*, dont notre figure ne reproduit qu'une partie, faute d'espace, présente une évidente affinité avec plusieurs *Adiantum* tropicaux, particulièrement avec l'*A. pedatum* L., l'*A. brasiliense* Rad., l'*A. polyphyllum* Wild., formes appartenant à un groupe dont l'extension est considérable en Amérique, de même qu'au sud de l'ancien continent.

La seconde espèce (Pl. 11, fig. 5) a été plus difficile à déterminer. Dans notre note à l'Académie des sciences, nous la nommions *Davallia Bayeana*,

(1) *Fl. foss. des trav. anc. de Sézanne* (*Mém. de la Soc. géol.*, 3e série, t. III, no 3).

(2) Voy. *Sur quelques types de Fougères tert.* — Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Ac. des sc.*, t. CIV, séance du 4 avril 1887.

tout en faisant ressortir sa ressemblance avec les *Trichomanes*. Effectivement, comme on peut en juger par la figure que nous donnons, les pinnules lobulées, à lobules tantôt simples, tantôt eux-mêmes bifides ou bipartits, auxquelles donnent lieu les subdivisions de la fronde, ressemblent à celles du *Davallia canariensis*. Une nervure très déliée, partant de la base des pinnules, émet alternativement des veinules toujours simples, desservant chaque lobe ou lobule, et ceux-ci affectent une terminaison obtuse. Cependant, depuis qu'après avoir exactement dessiné l'empreinte fossile, nous avons pu la rapprocher d'un *Trichomanes* européen, le *T. speciosum* Wild. rapporté par Schimper d'Irlande, où cette plante très rare habite les cascades de Furk près de Killarny, nous sommes resté convaincu que la Fougère de Sézanne, réellement congénère de celle d'Irlande, s'en écartait à peine d'après tous les caractères visibles; la terminaison bifide des lobes étant similaire des deux parts, et l'étude de l'empreinte fossile ayant permis d'entrevoir à la surface la trame du réseau cellulaire qui constitue, chez les *Trichomanes*, le mésophylle du tissu foliaire. Il n'est même pas impossible de concevoir que le *Trichomanes speciosum*, actuellement sur le point de disparaître en Irlande, ait eu pour ancêtre direct celui de Sézanne, que nous nommons *Trichomanes Bayeanum*.

En France, la flore des grès du Soissonnais n'est qu'un prolongement de celle de Sézanne : elle est antérieure à l'établissement de la mer du calcaire grossier et à la révolution végétale qui se produisit à cette époque, mais sans doute d'une façon graduelle ; les effets de cette révolution ne se trouvant accomplis que vers le milieu de l'éocène proprement dit. C'est bien ce qui résulte de l'examen, même superficiel, que nous avons fait, grâce à notre ami M. J.-S. Gardner, de la belle flore de Bonrnemouth, si soigneusement exploitée par lui et dont la science lui demande la publication. Supérieure à celle de l'argile de Londres, à peine plus récente que celle du Soissonnais, cette flore qui correspond sans doute à la base du calcaire grossier parisien, atteste, à n'en pas douter, et par la présence de nombreux Palmiers, et par celle de beaucoup de types de physionomie tropicale qu'à ce moment de l'éocène la zone torride débordait au nord jusqu'en Angleterre. Dans la rapide revue qu'il nous a été donné d'en faire, nous avons été frappé, non seulement de l'existence de plusieurs *Ficus*, de diverses Artocarpées, Celtidées, Araliacées, Ampélidées, Sterculiacées, d'un *Nerium* à grandes feuilles, mais par-dessus tout de l'affluence des Légumineuses, qui pour la plupart au moins doivent être distribuées, d'après leurs fruits, dans les tribus plus spécialement exotiques des Dalbergiées, des Césalpiniées et des Mimosées. Plusieurs des espèces de Bournemouth offrent un rapport évident avec celles qui figurent sur la planche 60 de l'ouvrage de Watelet (1) et qui proviennent des grès du Soisonnais. Mais, ce qui distingue les flores éocènes d'Angleterre, à partir de celle de Reading (lits inférieurs à l'argile de Londres), jusqu'à celle de Bournemouth (horizon de la base du calcaire grossier parisien), c'est qu'à côté des végétaux d'affinité tropicale, il en existe d'autres associés aux premiers dans les mêmes lits et qui, déjà pré-

(1) *Plantes du bass. de Paris*, pl. 60.

sents sur le sol anglais, n'étaient pourtant destinés à se répandre en Europe que dans le cours du miocène et tout au plus à partir de l'oligocène. Nous citerons à Reading le *Platanus trisecta* Sap. de Ménat, dont les feuilles bien reconnaissables se trouvent accompagnées de glomérules. Le type du Hêtre et celui de l'Aûne se montrent également à Bournemouth, où l'on observe aussi, à côté d'un *Castanea*, un *Populus* du type *ciliata* et plusieurs *Salix* analogues à ceux de la section *fragilis*. La présence de ces types semble venir à l'appui de la théorie qui fait venir du nord et de proche en proche les divers genres caractéristiques de la végétation boréale actuelle.

Il est du reste évident qu'une révolution végétale, imprimant à l'ensemble de la flore, dans l'Europe centrale, une physionomie différente de celle qu'elle avait jusque-là présentée, était en train de se réaliser pendant qu'au fond de la mer parisienne se déposaient les lits du calcaire grossier. Vers le haut de la formation, sur l'horizon de l'étage paléothérien, cette révolution est accomplie, et aux formes amples, aux feuillages luxuriants qui dominaient lors du paléocène, se trouvent substitués des végétaux menus à feuillage grêle, aux formes généralement étroites, allongées, souvent épineuses, que leur aspect seul fait aisément reconnaître.

Cette nouvelle flore, reconnaissable à son seul faciès, adaptée sans doute à des conditions de climat plus extrêmes et à l'influence d'une chaleur plus sèche que celles qui dominaient auparavant, a laissé des débris, auprès de Paris, dans les sables de Beauchamp, à Bagneux, au Trocadéro. On sait que les principales espèces de ce niveau sont, à côté du *Collitris Brongniartii* Endl., et du *Nipadites Burtini* Brngt., l'*Ottelia parisiensis* Sap., le *Dryandra Micheloti* Wat., le *Myrica subhæringiana* Sap., l'*Euphorbiophyllum retus* Sap., le *Zizyphus pseudo-Ungeri* Sap., enfin le *Nerium parisiense* Sap. Nous pourrions entrer dans de plus grands détails sur cette flore qui n'a été encore l'objet d'aucun travail d'ensemble et qui possède de plus en commun avec celle des gypses d'Aix le *Baccharites* (*Lomatites*) *aquensis* Sap., rencontré par nous au Trocadéro; mais, faute d'espace, nous nous bornerons aux notices qui la concernent, dues à notre ami M. E. Bureau. Dans l'une (1), ce savant et son collaborateur M. Vasseur signalent, dans le gisement de Bois-Gouet, découvert par celui-ci dans la Loire-Inférieure, un *Nerium* nouveau, *N. Vasseuri* E. Bur. séparé par l'auteur de son proche voisin le *Nerium parisiense* et provenant de lits visiblement contemporains des marnes du Trocadéro. Le *Nerium Vasseuri* diffère fort peu du reste du *N. sarthacense* Sap. auquel il est associé à Bois-Gouet, et M. Bureau joint à ces espèces un *Pittosporum* identifié par lui avec le *P. Tobira* Ait., du Japon, mais dans lequel il serait peut-être permis de reconnaître un *Bumelia* peu éloigné de notre *B. subspathulata* des gypses d'Aix. (2). On doit au même savant une autre étude sur la flore du calcaire grossier parisien (3), dans laquelle M. Bureau, après

(1) *Ext. du Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. IX, p. 286, séance du 7 mars 1881.

(2) Sap. *Dernières adj. à la fl. des Gypses d'Aix*, 2e partie, pl. 13, fig. — Voy. aussi : *Bumelia expansa*, Sap., *Ibid.*, pl. 9, fig. 12.

(3) *Extr. des mém. publ. par la soc. Philomath. à l'occasion du Centenaire de la fondation*, 1788-1888; — *Et sur la fl. foss. du calc. gross.*, Paris, par E. Bureau.

avoir décrit et figuré une Pandanée, *P. lutetianus* Bur., deux Palmiers, *Flab. parisiensis* Sternb. et *Sabal*) *præcursoria* Schimp, et la tige d'un *Yucca*, *Y. Roberti* Bur., d'après des échantillons de la galerie de géologie du Muséum, a determiné génériquement le *Nymphæa dubia* Wat. (1). en signalant dans ce fossile les caractères de structure propres au rhizome des *Nuphar*. Par son aspect et sa conformation grêle, le rhizome du *N. dubium* ressemble d'une manière frappante à celui du *N. pumilum* D. C., petite espèce des eaux froides et tempérées du monde actuel ; mais c'est avec le *Nuphar japonicum*, dont le rhizome n'a pas été encore observé, que M. Bureau serait tenté d'assimiler l'espèce éocène, si heureusement déterminée par lui.

C'est ici la place qui revient à nos *Dernières adjonctions à la flore foss. d'Aix* (2, insérées d'abord dans les *Annales des sciences naturelles*, et réunies ensuite en un volume publié en 1889. Notre but, dans cet ouvrage, a été d'abord de fixer d'une façon précise la position des divers niveaux, puis les conditions ayant présidé au dépôt de ce gisement, un des plus riches, mais aussi l'un des plus complexes de la série tertiaire, et dont les lits les plus peuplés de végétaux sont en définitive sensiblement inférieurs à la couche des gypses exploités. La flore d'Aix, placée vers le sommet de l'éocène et sur l'horizon paléothérien de Montmartre (ligurien inf., gypses et marnes du tableau de M. de Lapparent) est maintenant, c'est-à-dire à la suite de nos *Adjonctions*, la plus nombreuse en espèces et la plus variée de toutes les flores de la série : elle compte en totalité cinq cents espèces ou organes décrits et approximativement déterminés. Elle est particulièrement remarquable par la faible dimension ou, si l'on veut, par la taille réduite de ses formes, plus petites dans leurs diverses parties qu'à aucune autre époque. Il n'y a guère d'exception à cet égard qu'en ce qui touche certains *Aralia* à feuilles palmées. Les feuilles et le fruit du *Nerium exile* Sap., les graines de *Catalpa*, celles de plusieurs Composées, surmontées d'aigrettes poilues, certaines Myrsinées et bien d'autres indices révèlent cette tendance due sans doute à des influences climatériques, s'exerçant à travers une longue durée dans un sens déterminé. Les Laurinées dominent dans cet ensemble riche en Palmiers, en Conifères, surtout en Pins, en Myricées, Diospyrées, Myrcinées, Araliacées, Célastrinées, Anacardiacées, et encore plus en Légumineuses appartenant en majorité à des tribus actuellement exotiques : celles des Sophorées (*Calpurnia*), des Dalbergiées, des Césalpiniées, enfin des Mimosées, qui comprennent une longue suite d'*Acacia* et de plusieurs *Mimosa*.

On sait que ce qui distingue la flore d'Aix, c'est l'association dans une mesure restreinte, il est vrai, aux types qui viennent d'être énumérés et dont la prépondérance est incontestable, d'autres types ou formes, demeurés européens. Ces formes, à raison même de leur rareté, ont exigé beaucoup de recherches ; mais leur existence se trouve établie sur des documents trop authentiques pour ne pas être admise avec certitude : il en est ainsi d'un *Alnus* (feuille et strobile), de deux *Betula* (samares), d'un *Ostrya* (involucre),

(1) Watelet, *Plantes foss. du bass. de Paris*, pl. 58, fig. 6.

(2) *Avec 33 planches et précédées de notions stratig. et paléontolog.* Paris, G. Masson, éd., 1889.

de plusieurs *Salix* et *Populus*, d'un *Fraxinus* (samares), de deux *Acer* (samares), qui contrastent en apparence avec les *Chrysodium*, *Lygodium* et *Marattia*, avec les graines de Cédrélacées, les fleurs de Bombacées, les involucres d'*Engelhardtia*, les fruits d'Ailantes, les légumes de Dalbergiées et les folioles de Mimosées, auxquels les premiers se trouvent mêlés à la surface des mêmes lits : de là, la supposition qu'au-dessus et non loin de l'ancien lac d'Aix, se dressait un massif montagneux peuplé d'une végétation différente de celle de la région inférieure et dont les débris auraient été accidentellement introduits au sein des couches en voie de formation. Il ressort du reste de l'exploration dont nous avons donné les résultats, que cette flore d'Aix, en faisant abstraction des éléments que lui ont postérieurement enlevés les révolutions amenées par l'abaissement climatérique, comprenait dès lors la plupart de ceux qui constituent encore sous nos yeux la végétation méditerranéenne, surtout si l'on ajoute aux espèces demeurées provençales, celles qui, émigrées plus au sud n'ont pas pourtant disparu complètement de la région. Il en serait notamment ainsi, non seulement du *Callitris* encore vivant en Algérie, des *Myrsine* qu'on retrouve aux Canaries et en Arabie, mais aussi de certaines formes, celles que le *Zizyphus Spina-Christi* Wild., actuellement tunisien et qui se trouve représenté dans la flore d'Aix par une espèce presque semblable. Il en est de même des *Osyris*, *Daphne*, *Styrax*, *Cercis*, *Olea*, *Hedera*, *Paliurus*, *Pistacia*, pour ne citer que les plus saillants, qui depuis lors seraient restés attachés au sol de la même région, dont ils n'auraient cessé de caractériser la flore.

Nous avons pu signaler dans la flore d'Aix quelques types qui semblent avoir totalement disparu : de ce nombre est l'*Isoetopsis subaphylla* Sap., qui se rapproche pourtant des *Isoetes* graminoïdes actuels. Mentionnons encore le *Philibertia* (*Ph. exul.* Sap.), distinct des *Callitris* auxquels il confine, en le reliant, selon toute apparence, aux *Frenelopsis* de la craie inférieure, sur lesquels nous devons à M. Zeiller une notice pleine d'intérêt. Nous sommes redevable de la découverte d'un autre genre de Conifères, réellement nouveau, et comblant l'espace qui de nos jours sépare les *Araucaria* des *Dammara* à notre ami M. le professeur Marion. Ce savant l'a rencontré dans les couches oligocènes de Célas, aux environs d'Alais (Gard) et l'a nommé *Doliostrobus* (1). Comme il a eu la bonne fortune de rencontrer, non seulement des écailles strobilaires et des graines détachées, mais encore des cônes avec leurs écailles en connexion et attenant aux rameaux, ainsi que des chatons mâles, il lui a été possible de définir son *Doliostrobus Sternbergii* comme s'il s'agissait d'un type encore existant et de démontrer que ce type éteint devait être identifié avec l'*Araucarites Sternbergii* Ett., plus tard, selon Heer, *Sequoia Sternbergii*, et qu'il présentait, avec des strobiles constitués comme ceux des *Dammara*, c'est-à-dire ayant des graines unilatéralement appendiculées, solitaires sur chaque écaille, se détachant librement de celles-ci et caduques comme elles à la maturité, des rameaux « araucariformes », dont les feuilles en crochet s'étalaient parfois sur le milieu des branches,

(1) Voy. *Doliostrobus Sternbergii, Nouveau genre de Conif. foss. tert.*, par M. A.-F. Marion ; — *Ann. des sc. géol.*, t. XX, n° 3-4, avec 2 pl. grav.

de façon à prendre en s'allongeant une forme presque aciculaire. Les organes végétatifs affectaient donc ici une sorte de polymorphisme et au total les rameaux offraient plutôt l'aspect de ceux des *Sequoia* et des *Cryptomeria* que de ceux des *Araucaria* propres, bien que la structure et la disposition des appareils fructificateurs obligent de placer ce genre singulier non loin de ces derniers et dans le voisinage presque immédiat des *Dammara*.

Les *Doliostrobus* dont il existe des indices dès le terrain jurassique, et auxquels ont peut-être appartenu quelques-unes des formes mésophytiques, généralement attribuées aux *Araucaria*, a laissé des traces bien reconnaissables dans l'éocène de l'île de Wight. Ils jouent un rôle important lors de l'Oligocène, dont le *Doliostrobus Sternbergii* Mar., est une des formes caractéristiques. Plus tard, ils déclinent pour l'éclipser ensuite définitivement; il en existe pourtant une dernière espèce dans la flore mio-pliocène de Cerdagne, où elle est représentée par des fragments de rameaux et une écaille de strobile détachée. Rien aujourd'hui dans la zone boréale ne rappelle ces curieuses Dammarées de l'ancienne Europe, éteintes sans postérité, rameau séparé sans doute depuis les temps les plus reculés de la branche mère, dont les *Dammara* sud-asiatiques sont également sorties.

C. — *Période miocène.*

A partir de l'éocène supérieur des gypses d'Aix, les flores locales, échelonnées de bas en haut, se succèdent dans le midi de la France à de si courts intervalles qu'il devient possible de suivre pas à pas le mouvement qui modifie et transforme graduellement la végétation dans le cours de l'oligocène et communique aux divers ensembles des caractères nouveaux tenant surtout à l'introduction, puis à la proportion croissante des types demeurés depuis européens, particulièrement de ceux à feuilles caduques, auparavant très rares, sinon totalement inconnus.

La plus ancienne de ces flores locales est celle des gypses de Gargas, situés à l'extrême base de l'oligocène, qui s'écarte peu de celle d'Aix par sa composition ; ensuite vient celle de Saint-Zacharie : l'une et l'autre gardent le *Callitris Brongniartii* Endl. à titre d'espèce dominante et possèdent des *Flabellaria* et le *Zizyphus Ungeri* Hr., comme formes caractéristiques ; mais, à Saint-Zacharie, les premiers indices du mouvement qui va se produire et tendra ensuite à se compléter se laissent entrevoir. Les *Alnus* (*A. prisca* Sap.), *Ostrya*, *Carpinus* (*O. tenerrima* Sap., *C. cuspidata* Sap.), *Ulmus* (*U. primæva* Sap.), *Acer* (*A. primævum* Sap.), ne sont plus aussi exceptionnels et commencent à se répandre. Le mouvement ne s'arrête pas dans les flores immédiatement subséquentes du bassin de Marseille, de Célas et d'Armissan, caractérisées par la présence d'une espèce oligocène par excellence, le *Comptonia dryandræfolia* Brngt. La flore de Célas, que nous avons mentionnée à propos du *Doliostrobus*, devra bientôt sans doute à M. le professeur Marion la mise en lumière des richesses qu'elle renferme. — Les *Betula* (*B. pulchella* Sap.), *Carpinus*, *Acer* (*A. Garguieri* Sap., *A. Massiliense* Sap.) se montrent dans les calcaires marneux littoraux, dans la même proportion de fréquence qu'à Saint-Zacharie, et l'on sait qu'à Armissan, à côté des

Betula qui abondent (*B. dryadum* Brngt., *cuspidens* Sap., *fraterna* Sap.), de plusieurs *Alnus*, *Ostrya*, *Carpinus*, des *Acer narbonense* Sap., *pseudo-campestre* Ung. et *quinquelobum* Sap., il se présente un *Celtis* (*C. primigenia* Ung.) et enfin un *Populus* retraçant le type du *P. ciliata* des Indes, et dont on a recueilli de magnifiques empreintes (1). Le mouvement dont nous parlons, dû sans doute à l'influence d'une chaleur moins intense, jointe à un accroissement de l'humidité atmosphérique, se trouve accompli à la hauteur de l'aquitanien, et il nous est parfaitement possible d'en mesurer les effets par la considération de la flore de la Manosque et de celle de Céreste (Basses-Alpes), dont les gisements se touchent et qui se rapportent, à une nuance près, au même niveau géognostique, celui de l'aquitanien. Elles ont fourni à l'observation un si grand nombre d'empreintes, qu'il résulte de cette affluence des renseignements très précis sur les allures de la végétation et les éléments qu'elle comprenait en Provence, et probablement dans tout le sud de la région française, au moment où s'ouvre la période mollassique ou miocène propre.

Les flores réunies de Manosque et de Céreste comprennent un total d'au moins deux cent cinquante espèces, én laissant de côté les feuilles et organes divers indéterminés; mais si l'on enlève de ce nombre une quarantaine d'espèces communes aux deux localités, c'est à deux cents espèces seulement que doit être porté l'ensemble des formes végétales dont il a été recueilli jusqu'à présent des traces certaines. Il convient de rechercher d'abord la cause du phénomène auquel est due la conservation des empreintes. Cette cause, quelle que soit l'affluence des débris de plantes, distribués dans les schistes marneux feuilletés de Céreste, comme à la surface des plaques calcaires du bois d'Asson, près de Manosque, ne saurait être cherchée dans un transport tant soit peu violent. Bien au contraire, il est aisé d'établir que le vent seul, la chute naturelle, aidée peut-être du charriage par les eaux de quelque affluent, doivent être uniquement invoqués. De ces plantes fossiles, les unes, d'habitat aquatique, furent ensevelies sur place, au fond des eaux qu'elles fréquentaient. D'autres, et ce sont les seules dont les branches chargées de fruits aient donné lieu à des empreintes, telles que les *Glyptostrobus*, sans doute aussi les *Alnus*, formaient rideau le long des bords mêmes de l'ancien lac ou des rivières qui en étaient tributaires. Il est aisé de constater qu'aucun organe tant soit peu lourd, venu d'un peu loin, n'a accompagné les feuilles entraînées de toutes parts, et les seuls organes généralement conservés sont des samares ou des graines ailées, quelquefois encore des fruits de Légumineuses, aussi légers que les feuilles elles-mêmes, qui forment la masse principale des empreintes. Il est possible de juger par le degré de fréquence des anciennes feuilles ou organes du voisinage immédiat ou de la station écartée des végétaux dont on recueille les traces. C'est ainsi qu'il est difficile de ne pas croire à la prédominance des Laurinées, placées sans doute sur le premier plan, et de ne pas admettre l'existence, non loin du gisement de Manosque, d'une chaîne

(1) Une feuille très complète de ce *Populus*, *P. palæomelas* Sap., a été figurée dans le *Monde des Plantes*, p. 266, fig. 78, sous une réduction de 1/2 grand. nat.

boisée et relativement escarpée, d'où seraient arrivées certaines espèces à la fois plus clairsemées et plus amies de la fraîcheur, que nous allons observer associées à celles dont la masse principale se trouve composée. En laissant de côté la classification méthodique, nous pouvons diviser l'ensemble de cette flore aquitanienne en trois parts ou groupes : ce sont les plantes aquatiques, ayant vécu dans les eaux mêmes au fond duquel elles ont laissé leurs empreintes; ensuite, les types de physionomie indigène, auxquels pour la première fois un rôle important se trouve réservé ; enfin, le groupe des types de physionomie exotique qui, malgré tout, garde la prédominance. Jetons un coup d'œil rapide sur chacun de ces groupes ; nous saisirons les progrès accomplis dans la marche dont la flore d'Aix laissait entrevoir les premiers débuts.

Les plantes palustres du premier groupe comprennent, à côté des Cypéracées, des Typhacées, parmi lesquelles le *Typha latissima* Al. Br. tenait le premier rang, à côté d'un dernier *Rhizocaulon* (*Rh. recentius* Sap.), d'une Potamée ou Hydrocharidée de grande taille (*Ottelia? manuescensis* Sap.) d'un *Salvinia* déjà connu (*S. formosa* Ung.), une série de Nympheinées, d'une richesse exceptionnelle, si l'on tient compte de l'étroit espace qui les réunissait, au sein des eaux d'un seul et même lac. On distingue en effet à Manosque ou à Céreste : 1° Quatre *Nymphæa*, qui sont par rang de taille : le *N. calophylla* Sap., imparfaitement décrit (1), dont les feuilles, d'une ampleur parfois surprenante, sont décidément entières le long des bords ; le *N. gypsorum* Sap. (2) à feuilles orbiculaires plus petites, identiques à celles de l'espèce d'Aix ; enfin, deux autres *Nymphæa*, l'un assimilable en plus petit à notre *N. alba* et nommé par nous *N. cordata* Sap. ; il ressemble par les dimensions de sa feuille au *N. minor* D. C., de l'Amérique septentrionale ; l'autre, *N. minuta* Sap., très analogue au *N. tetragona* Georg. (*N. pygmæa* Ait.), de la Mandshurie, complètent ce curieux ensemble qui comprenait toutes les variétés de grandeur.

Auprès des *Nymphæa* propres, on rencontrait à Manosque comme à Céreste, un *Anœctomeria* représenté à la fois par ses feuilles et par ses coussinets, accompagné en outre d'un disque stigmatique détaché. L'espèce,

(1) *Et. sur la végétation tertiaire*, III, *Fl. de Manosque*, pl. 11, fig. 1-3, *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. VIII, fig. 97.

(2) C'est à une espèce peu éloignée du *N. gypsorum*, le *N. Dumasii* Sap., dont nous avions figuré des feuilles presque entières dans notre mémoire sur les *Organismes problématiques* (Pl. III et IV ; Paris, Masson, 1884), provenant de l'oligocène, d'eau douce des environs d'Alais, que se rapporte un rhizome intégralement fossilisé, c'est-à-dire moulé en totalité, que nous avons signalé dans une note insérée aux Comptes rendus de l'Ac. des sc. (t. CIV), en mai 1887. Ce rhizome est remarquable par son épaisseur ; il a conservé sa forme cylindrique et les coussinets dont il est recouvert ont gardé toute leur saillie, ainsi que les cicatrices visibles des pétioles et des radicelles dont le rhizome des *Nymphæa* se dépouille à mesure qu'il avance en âge et qu'il se prolonge antérieurement. C'est à un mode pareil de fossilisation qu'est dû la présence dans le même gisement des tiges de l'*Equisetum Lombardianum* Sap., remarquables par leur grande taille et dédiées par nous, comme le *Nymphæa*, à l'auteur de la découverte, M. Lombard-Dumas, de Sommières. — (Voy. *Foss. vég. et traces d'invertébrés associés dans les anc. terr.*, par le marquis de Saporta ; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIV, p. 407, séance du 5 avril 1886.)

A. media Sap., plus petite que celle d'Armissan, dépasse de beaucoup les dimensions de l'*Anœctomeria nana* Sap., des gypses d'Aix, dont nous avons figuré récemment le rhizome. Nous possédons une feuille d'une remarquable beauté de l'*Anœctomeria* de Manosque ; elle laisse voir la substance même du tissu végétal demeuré intact et présentant les détails visibles du réseau cellulaire sous-épidermique. La réunion des Nymphéinées se trouve complétée à Céreste par un *Nelumbium* d'une remarquable beauté ; il s'éloigne notablement de l'espèce de Fuveau dont nous avons parlé plus haut ; mais, en revanche, il touche de si près au *N. speciosum* actuel que nous ne saurions marquer entre lui et ce dernier la moindre divergence un peu essentielle ; nous le nommons pour cela *Nelumbium proto-speciosum* et nous constatons qu'il ne saurait être confondu avec le *N. Buchii* Ett., de Monte-Promina, qui reparaît dans la Mollasse suisse, et dont l'attribution aux Nélumbées ne semble même pas absolument certaine. Le cycle des plantes aquatiques de Manosque se trouve complété par l'empreinte curieuse d'un *Ceratophyllum*, *C. aquitanicum* Sap. (1), qui n'est pas éloigné du *C. demersum* L., bien que plus petit dans toutes les parties.

Marquis DE SAPORTA.

(A suivre.)

RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'ANATOMIE

DES CLADODES DU PETIT-HOUX

Par M. William RUSSELL (1).

Le petit Houx (*Ruscus aculeatus*) est, comme on sait, une Liliacée que l'on rencontre assez fréquemment dans nos bois où, au commencement du printemps, sa tige souterraine émet des rejets aériens remarquables par le polymorphisme de leurs feuilles. Celles de la base, séparées par de courts entre-nœuds et à limbe généralement avorté (2), se réduisent à une large gaine à bords scarieux, pauvre en chlorophylle. Ces feuilles s'emboîtant réciproquement servent à la protection du bourgeon ; dès que celui-ci est sorti de terre, elles se dessèchent et ne tardent pas à disparaître. Les feuilles des nœuds suivants, abondamment pourvues de chlorophylle et non engainantes sont d'abord bien développées, puis diminuent peu à peu de dimension de manière à se réduire dans la région supérieure du rameau à de simples écailles qui perdent leur chlorophylle et deviennent scarieuses.

Les feuilles engainantes de la base, ainsi que les premières feuilles non engainantes, ont chacune à leur aisselle un bourgeon qui se transforme en branche, tandis qu'entre les feuilles suivantes et la tige on voit un organe qui, jeune, a la forme d'un écusson gibbeux du côté externe et terminé par une pointe hyaline et qui lorsqu'il est développé se présente sous forme d'une

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. le professeur Bonnier.

(2) Askenasy (*Botanik. Morpholog. Studien*, p. 3, Frankfurt, 1872) a observé des cas où ces feuilles se développaient et possédaient un large limbe porté par un long pétiole.

lame verte foliiforme portant quelquefois une fleur sur sa face supérieure.

Les premiers observateurs, se basant sur la forme extérieure de cette lame, n'hésitaient pas à la considérer comme une feuille.

Cependant, dès 1820, Turpin (*Iconographie*, p. 83), avait distingué « la feuille réduite à l'état rudimentaire du rameau aplati » et ajoutait que « si quelque chose se développe entre la feuille et la tige, c'est toujours un bourgeon qui devient un rameau. » En 1827, De Candolle écrivait : « L'avortement des feuilles de Ruscus et leur changement en membranes déterminent le développement du bourgeon en un rameau aplati, de forme semblable à une feuille, mais qu'on voit porter des bractées et des fleurs » (*Organ. végét.*, p. 238). Plus tard, A. de Saint-Hilaire mentionnant l'aplatissement des rameaux du Ruscus, disait à leur propos : « comme ces rameaux sont courts, ils prennent en s'élargissant la figure d'une feuille. » Vers 1840, Martins donna le nom de *cladodum* à ces rameaux aplatis simulant des feuilles, expression qui depuis a été adoptée par de nombreux botanistes. Les travaux plus récents de Herrmann Schacht (1), de M. Clos (2), de M. Cauvet (3) et de M. Dutailly (4) semblaient avoir établi d'une manière irréfutable que les lames foliacées des Ruscus étaient de la même nature que les rameaux aplatis que l'on trouve chez les *Xylophyllum*, les *Muhlenbeckia*, etc., lorsque M. Van Tieghem (5) reprenant un travail de Duval-Jouve (6), fut amené à conclure d'après la distribution et l'orientation des faisceaux dans la lame verte que celle-ci représentait une feuille unie avec le rameau axillaire dont elle procédait. Lorsque la lame ne portait pas de fleur, était stérile comme on dit, ce rameau avortait aussitôt qu'il avait produit sa première feuille, tandis que dans les lames fertiles il restait soudé avec cette feuille sur une certaine longueur et la traver-

(1) Schacht (Flora, 1853, p. 457).
(2) Clos (Mém. de l'Acad. des sciences de Toulouse, 1860).
(3) Cauvet (Bull. de la Soc. Bot. de France, 1877).
(4) Dutailly (Bull. de la Soc. Lin. 1878).
(5) Van Tieghem (Bull. de la Soc. Bot. de France, 1884, pp. 81-90).
(6) Duval-Jouve (Bull. de la Soc. Bot. de France, 1877, p. 143 et Mémoires de l'Académie des sciences de Montpellier, 1877).

sait ensuite pour se terminer sur sa face opposée en un pédoncule floral.

Cette conception ingénieuse aurait eu besoin d'être contrôlée par l'étude du développement, ce que M. Van Tieghem n'a pas fait. Or, si vers le mois de février ou de mars on pratique des

Fig. 37. — Rameau de *Ruscus aculeatus* à cladode terminal bifurqué ; on voit la tige aplatie au-dessous du cladode terminal.

Fig. 38. — Coupe longitudinale axile d'une jeune pousse de *Ruscus aculeatus*. — S, jeune cladode stérile ; F, jeune cladode portant une feuille et un rameau de seconde génération.

coupes longitudinales axiles dans une jeune pousse sur le point de sortir de terre, voici ce que l'on observe.

A l'aisselle de chacune des premières feuilles, au-dessous du sommet végétatif, apparaît de très bonne heure un petit mamelon. D'abord surbaissé et en quelque sorte couché sur la feuille axillante, il prend la forme d'un cylindre qui s'arque peu à peu en tournant sa portion concave vers le haut, puis s'aplatit progressivement et se transforme en une lame. Dans certains cas (S, fig. 38) cette lame reste simple, tandis que dans d'autres (F, fig. 38) elle montre bientôt à sa face supérieure, près de son point végétatif, une légère proéminence qui, à mesure que l'organe s'allonge,

revêt peu à peu les caractères d'une feuille; lorsque cette feuille a atteint un certain développement, un cloisonnement s'opère à son aisselle et un nouveau mamelon apparaît; il résulte de là que les lames vertes des Ruscus sont des *rameaux*, modifiés par suite de la prédominance de la croissance transversale suivant un de leurs diamètres et cessant de très bonne heure de s'allonger. Lorsqu'un sommet végétatif arrête sa croissance avant que le jeune bourgeon ne se soit ramifié, on a une lame stérile, tandis que si cette ramification s'opère elle donnera un pédoncule floral, celui-ci est par conséquent *de seconde génération* par rapport au rameau axillaire.

L'étude anatomique de ces rameaux aplatis, auxquels nous pouvons conserver le nom de cladodes, va confirmer ce que nous a montré l'étude du développement. Avant d'examiner un cladode latéral, nous pouvons observer que l'extrémité des rameaux du *R. aculeatus* se termine toujours par une lame qui extérieurement est construite exactement comme les cladodes latéraux. Le rameau considéré avant de se terminer par cette lame s'aplatit sur une longueur de plusieurs entre-nœuds et ses feuilles qui dans toute la région inférieure sont disposées suivant deux cinquièmes se placent en disposition distique alterne. Cet aplatissement du rameau détermine des modifications importantes dans la disposition des faisceaux du cylindre central et dans la forme de celui-ci; d'abord circulaire, il prend la forme d'une ellipse qui s'allonge de plus en plus et commence, au niveau de l'avant-dernier nœud, à émettre successivement à droite et à gauche de l'extrémité de son grand axe des faisceaux qui viennent se ranger dans l'écorce *en tournant leur bois du côté de la dernière feuille*; un peu au-dessus de celle-ci l'aplatissement est tel que les faisceaux de chaque moitié de l'ellipse sont situés sur un même plan en conservant néanmoins leur orientation.

En même temps, à mesure qu'on s'élève le nombre des faisceaux contenus dans le cylindre central va en diminuant par suite de la sortie continue des faisceaux extrêmes, aussi arrive-t-il un moment où le cylindre central du rameau n'est plus représenté que par un seul faisceau orienté comme les faisceaux qui

sont passés dans l'écorce et se continuant jusqu'à l'extrémité de la tige sous forme d'une nervure ; aussi, les sections transversales pratiquées dans toute la région supérieure montrent-elles dans le parenchyme une seule rangée de faisceaux tous orientés de la même manière, structure que nous allons retrouver dans les cladodes latéraux.

Parfois, dans ce cladode terminal, les bords de la lame, au lieu d'être simples, sont bifurqués (fig. 37) et les petites ailes ainsi formées contiennent chacune un ou plusieurs faisceaux; ces faisceaux, comme il convient à une tige ailée quadrangulaire, ont leurs bois en regard et leur liber tourné vers l'extérieur.

Si, maintenant, nous pratiquons une série de coupes transversales successives dans un cladode latéral, nous voyons qu'à la base, le cylindre central de forme elliptique, se compose de deux séries de faisceaux : les uns orientés normalement sont situés à la périphérie de l'ellipse, tandis que les autres disposés suivant son grand axe et beaucoup plus développés *ont leur bois tourné vers le bas* (Fig. 39, I et II); bientôt de chaque extrémité du grand axe et en alternance assez régulière, partent des faisceaux qui vont occuper les bords de la lame en conservant leur orientation (fig. 39, III et IV) ; à mesure que ces faisceaux passent dans la lame, ceux de la partie inférieure de l'ellipse, tournant sur eux-mêmes de 180° viennent peu à peu remplacer les faisceaux disparus. Quand le cladode n'est pas florifère, les faisceaux supérieurs viennent également se disposer suivant le grand axe, sans avoir besoin de tourner sur eux-mêmes pour être orientés comme les précédents. On voit donc que dans un cladode stérile, tout se passe comme dans un cladode terminal; comme dans celui-ci les faisceaux se disposent sur un même plan et s'étalent ensuite progressivement dans la lame en prenant tous la même orientation qui ici est celle des faisceaux du grand axe; aussi, une coupe transversale d'un pareil cladode faite à ce niveau montre que les faisceaux sont disposés en une seule rangée comme dans une feuille, d'où l'hypothèse émise par Duval-Jouve et M. Van Tieghem que ce cladode représenterait la première feuille d'un rameau qui avorterait après l'avoir produite.

Dans les cladodes florifères, les faisceaux de l'arc supérieur de l'ellipse PP concourent à la formation du cylindre central du pédoncule floral (IV à VIII, fig. 39).

Lorsque les coupes sont faites un peu au-dessous de celui-ci,

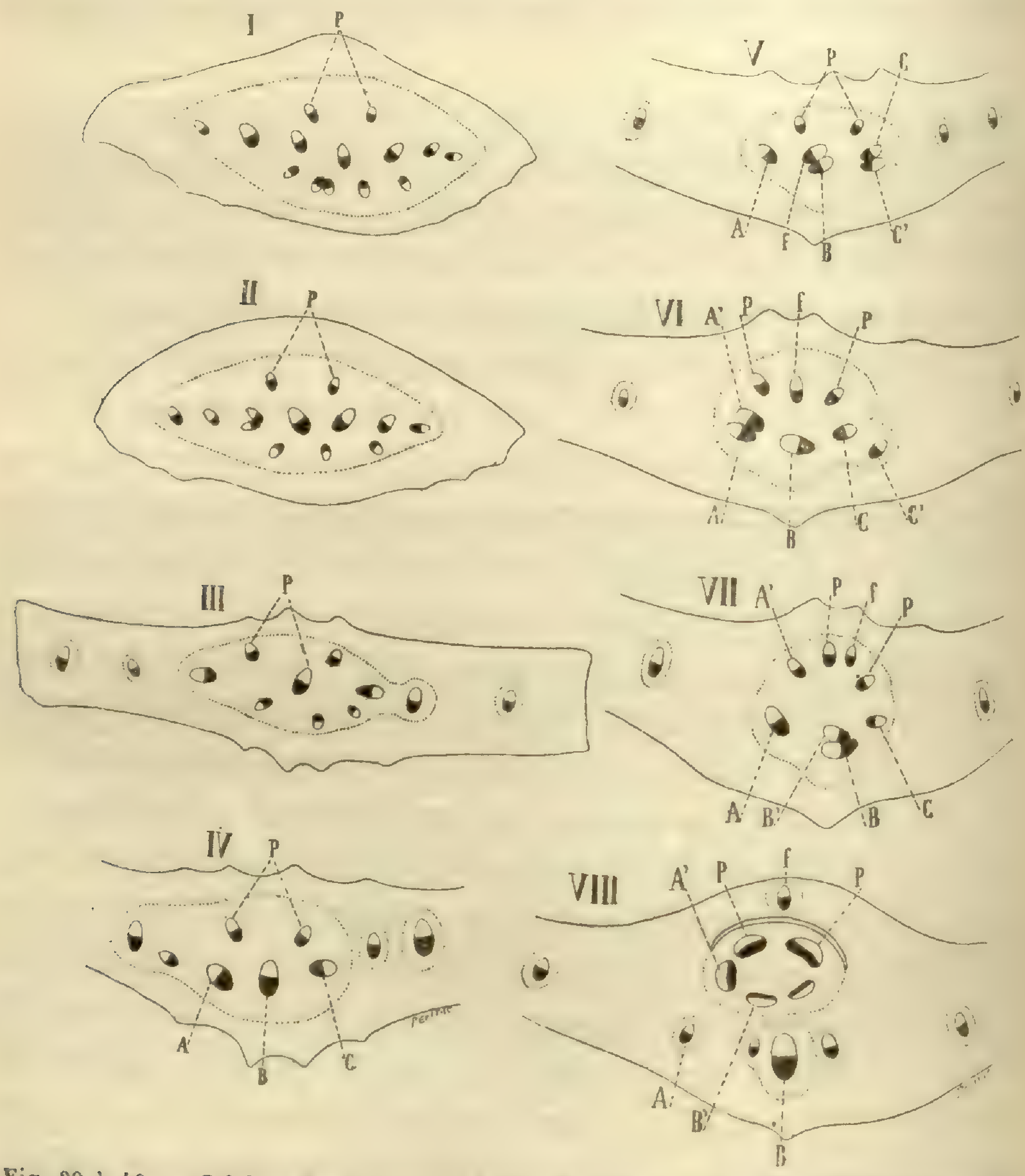


Fig. 39 à 46. — Schéma des faisceaux dans des coupes successives transversales d'un cladode latéral fertile. — FP, faisceaux supérieurs allant dans le pédoncule; A, B, C, faisceaux inférieurs qui se dédoublent en AA', BB', CC', les uns allant dans le pédoncule, les autres restant en dehors des faisceaux de la bractée axillante du pédoncule floral.

on voit que le cylindre central du rameau aplati se compose à sa partie supérieure des faisceaux P. P destinés au pédoncule et à sa partie inférieure de trois faisceaux A, B, C diversement orientés (IV, fig. 39); le faisceau B a son bois tourné vers le bas

tandis que les faisceaux A et C situés un peu au-dessous et appartenant à l'arc inférieur, ont déjà opéré un quart de révolution pour prendre la même orientation que B.

A l'approche du nœud, un faisceau *f* (VI, VII, VIII, fig. 39) se sépare du faisceau B et marche rapidement à la périphérie pour passer dans la bractée axillante du pédoncule floral où il se place de façon à avoir *son liber extérieur*, c'est-à-dire en haut. Le cylindre central du pédoncule se complète ensuite par l'adjonction de deux faisceaux A′ et B′ provenant le premier du dédoublement du faisceau A (VI, fig. 39), le deuxième de celui de B (VII, fig. 39). Lorsque le cylindre central du pédoncule s'est séparé de celui du cladode, les trois faisceaux que renferme celui-ci s'écartent les uns des autres et vont diverger dans la lame avec la même orientation que ceux qui les y ont précédés (VIII, fig. 39). Le cladode fertile ne diffère donc du cladode stérile qu'en ce que l'aplatissement du cylindre central n'est complètement opéré qu'au-dessus du rameau floral.

En résumé, le développement, qui montre que le pédoncule floral est un rameau de seconde génération, et l'anatomie comparée du cladode terminal et du cladode latéral prouvent que la lame verte du *Ruscus*, n'est ni une feuille ni une feuille unie au rameau axillaire dont elle procède ; c'est un rameau aplati.

Dans ce rameau, le cylindre central s'est comme décomposé et fractionné en parties séparées les unes des autres qui sont disposées sur un même plan.

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR

LES FEUILLES DES CONIFÈRES

Par M. Aug. DAGUILLON *(Suite)* (1).

I. ABIÉTINÉES.

On peut répartir de la façon suivante, dans un tableau synoptique, les genres principaux de cette tribu :

A. Une seule sorte de rameaux.	Feuilles persistantes, aplaties, dépourvues de coussinets; cônes dressés à écailles caduques.......			*Abies.*
	Feuilles persistantes; cônes pendants à écailles persistantes.	Feuilles aplaties.	sans coussinets.	*Pseudotsuga.*
			avec coussinets.	*Tsuga.*
		Feuilles tétragones, munies de coussinets...........		*Picea.*
B. Deux sortes de rameaux.	Feuilles coriaces et persistantes.......	Feuilles normales n'occupant que les rameaux courts.................		*Pinus.*
		Feuilles normales sur les deux sortes de rameaux.		*Cedrus.*
	Feuilles molles et caduques.....................			*Larix.*

1. — Genre Abies.

Les feuilles des Sapins adultes sont persistantes. Parmi les botanistes descripteurs, les uns les qualifient de sessiles, d'autres

(1) Depuis la publication de la première partie de cette étude, j'ai reçu, grâce à l'obligeance de M. le professeur Göbel (de Marburg), communication du travail suivant : *Beiträge zur Morphologie der Keimpflanzen,* par Ernst Kautholz, Rostock, 1888. Ce travail, qui n'avait été analysé (à ma connaissance) ni dans le *Botanisches Centralblatt*, ni dans le *Botanische Zeitung* et qui n'a paru dans aucun recueil périodique, contient relativement au sujet qui m'occupe des conclusions que je suis heureux de voir absolument confirmées par les miennes, publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (14 janvier 1889).

les considèrent comme brièvement pétiolées; elles sont, en effet, étranglées vers leur base, mais sur une très faible longueur. Elles sont toujours aplaties, et offrent deux faces bien distinctes : une face supérieure généralement lisse, une face inférieure sillonnée ordinairement sur toute sa longueur par deux bandelettes blanchâtres; leur section transversale présente une forme sensiblement elliptique; leurs bords sont lisses. Alternes et insérées, en général, suivant le cycle $\frac{13}{34}$, elles paraissent souvent distiques sur les branches latérales, et s'étalent dans un plan sensiblement horizontal; il est alors facile de voir qu'elles conservent, en réalité, leur distribution normale à la surface du rameau, et que leur orientation nouvelle est due à une simple torsion de leurs régions pétiolaires, assurant à leurs faces morphologiquements inférieures la situation physiologique qui leur convient.

Par l'étude de la morphologie interne, ces feuilles se caractérisent de la façon suivante : l'épiderme porte toujours à la face inférieure deux bandelettes, dont chacune est formée de plusieurs files de stomates; le parenchyme est hétérogène; il se divise en tissu palissadiforme, adjacent à la face supérieure, et tissu lacuneux, adjacent à la face inférieure; deux canaux sécréteurs, situés aux angles de la feuille, soit immédiatement au-dessous de l'épiderme, soit plus profondément, s'étendent d'une extrémité à l'autre de l'organe; l'hypoderme se présente fréquemment, constitué par des fibres à membranes sclérifiées, qui partagent la direction d'allongement de la feuille tout entière; la nervure médiane est composée essentiellement d'un faisceau libéro-ligneux, qui se dédouble dès son entrée dans la feuille; elle est entourée d'une bande plus ou moins complète de sclérenchyme lignifié, où se remarquent soit des cellules isodiamétriques à membranes minces et ornées de ponctuations aréolées, soit de longues fibres à membranes épaisses et lisses; enfin, elle est séparée du parenchyme foliaire par une assise de cellules volumineuses, arrondies, alternant aussi bien avec toutes celles du mésophylle ambiant qu'avec celles du tissu conjonctif et du sclérenchyme adjacents à la nervure, en un mot par une assise

qu'on peut, sans hésitation, assimiler à un endoderme, bien qu'elle ne porte jamais les plissements subérifiés si caractéristiques de certaines assises homologues. Ceci conduit à considérer tout ce qui est situé à l'intérieur de cet endoderme, en dehors des éléments libéro-ligneux, comme étant de formation péricyclique.

Abies pectinata.

Les feuilles d'*Ab. pectinata* adulte ont été caractérisées (1) par la situation des canaux sécréteurs, immédiatement accolés à l'épiderme inférieur, l'absence de stomates à la face supérieure de la feuille, la présence de sept files stomatiques à chaque bandelette de la face inférieure, enfin l'existence, sous la face supérieure, d'une assise hypodermique assez riche, mais discontinue.

La germination d'une graine d'*Abies pectinata* ne fournit, en général, dans la première année, qu'une tigelle terminée par un verticille de cotylédons ordinairement au nombre de cinq à sept, avec lesquels alternent les feuilles d'un verticille unique, en nombre égal. Les cotylédons, de grande taille, sont près de deux fois aussi longs que les feuilles. Le sommet de l'axe est occupé par un bourgeon terminal, que recouvre une série d'écailles protectrices de couleur brune. C'est seulement dans le cours de la seconde année que l'on voit généralement ce bourgeon s'épanouir, et donner naissance à une pousse verticale d'environ 3 centimètres de longueur, portant des feuilles alternes, dont l'aspect extérieur rappelle à peu près celles du premier verticille. Dans les années suivantes, l'axe continue de s'allonger; puis il se ramifie; mais le jeune Sapin ne prend un accroissement bien sensible en hauteur qu'à partir de la dixième ou douzième année.

Il y a donc lieu de distinguer, pendant le cours du développement normal d'un Sapin, trois sortes de feuilles : 1° les cotylédons; 2° les feuilles verticillées de la première année; 3° les feuilles éparses des années suivantes.

1° *Cotylédon.* — Il est facile de reconnaître extérieurement

(1) Voir Bertrand : *loc. cit.*, p. 89.

que le cotylédon est sessile, allongé, terminé en pointe, et que sa section transversale présente la forme d'un triangle isocèle, dont la base correspond à la face inférieure, celle qui, dans la graine, regardait le tégument.

Une coupe transversale (1) montre (fig. 47) que ce cotylédon est recouvert d'un épiderme dont les membranes cellulaires sont cutinisées sur leurs faces externes. Les deux pans de la face supérieure portent seuls des stomates; la face inférieure en est totalement dépourvue.

Le parenchyme cotylédonaire est homogène et formé de cellules à contours irrégulièrement arrondis. Remarquons, toutefois, que les cellules de l'assise qui double immédiatement l'épi-

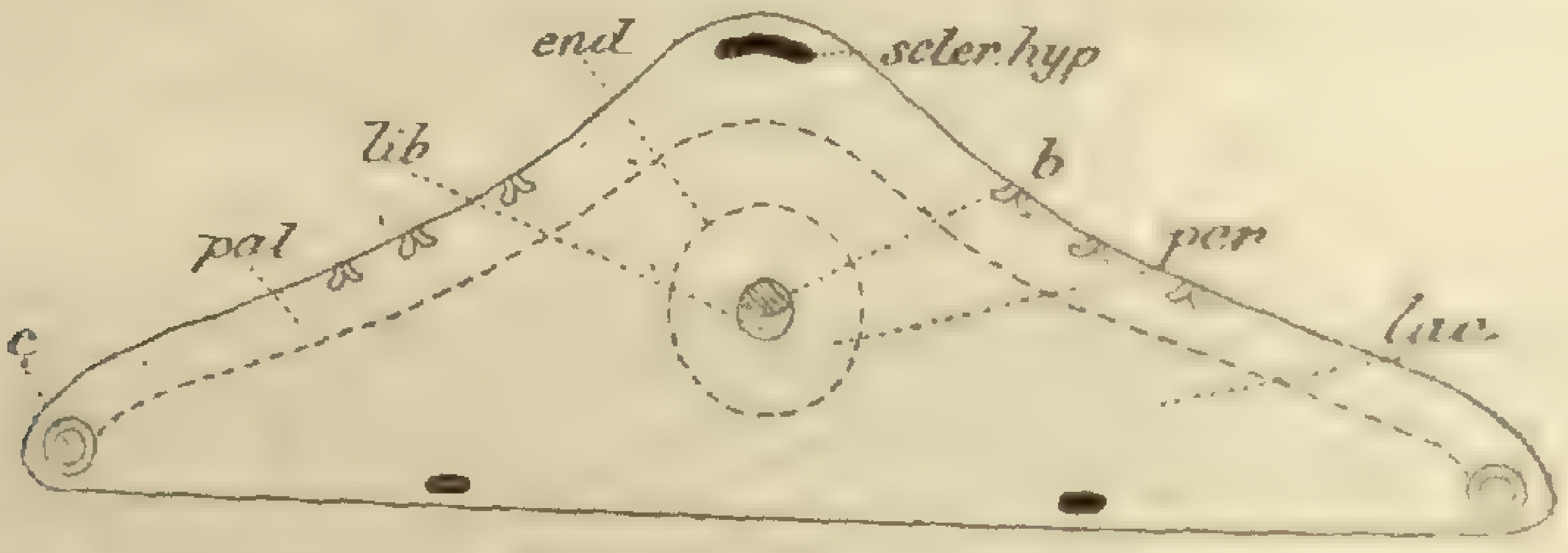


Fig. 47. — *Abies pectinata* : cotylédon. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *b*, bois; *lib*, liber.
(*Nota*. — Cette figure, ainsi que toutes les suivantes, est purement schématique et destinée à fixer les rapports et le développement relatif des divers tissus.)

derme supérieur sont légèrement allongées perpendiculairement à la surface de ce dernier. Remarquons aussi quelques fibres à parois épaisses et lignifiées qui, de distance en distance, et généralement isolées, peuvent doubler l'épiderme; c'est comme un rudiment d'hypoderme scléreux. L'arête de la face supérieure paraît être la région où ces fibres se développent de préférence.

Vers les angles inférieurs de la section transversale, deux canaux sécréteurs, presque sous-épidermiques, possèdent des parois très nettes, formées de deux assises superposées de cellules (2).

Le centre de la coupe est occupé par une nervure; la partie

(1) Cette coupe est faite vers le milieu de la longueur de l'organe; il en sera de même de toutes celles qui suivent.

(2) Cette observation, que j'ai vérifiée chez toutes les espèces de Sapins que j'ai pu examiner, contredit une affirmation, erronée suivant moi, de Schacht (*Der Baum*) : les canaux sécréteurs seraient, d'après cet auteur, peu ou point développés dans les cotylédons des Sapins.

principale en est un faisceau libéro-ligneux simple ; il est plongé dans un tissu dont la plupart des cellules, plus petites que celles du parenchyme cotylédonaire, ont conservé des membranes minces, cellulosiques, lisses, à contour polygonal ; quelques-unes, disséminées au milieu de ces dernières, possèdent, au contraire, des membranes lignifiées et marquées de ponctuations aréolées ; c'est en quelque sorte l'ébauche du sclérenchyme qui accompagne la nervure dans la feuille de la plante adulte.

La nervure médiane n'est pas séparée nettement du parenchyme qui l'entoure ; on peut d'ailleurs remarquer qu'à sa droite et à sa gauche les cellules parenchymateuses sont légèrement allongées et alignées dans le sens transversal.

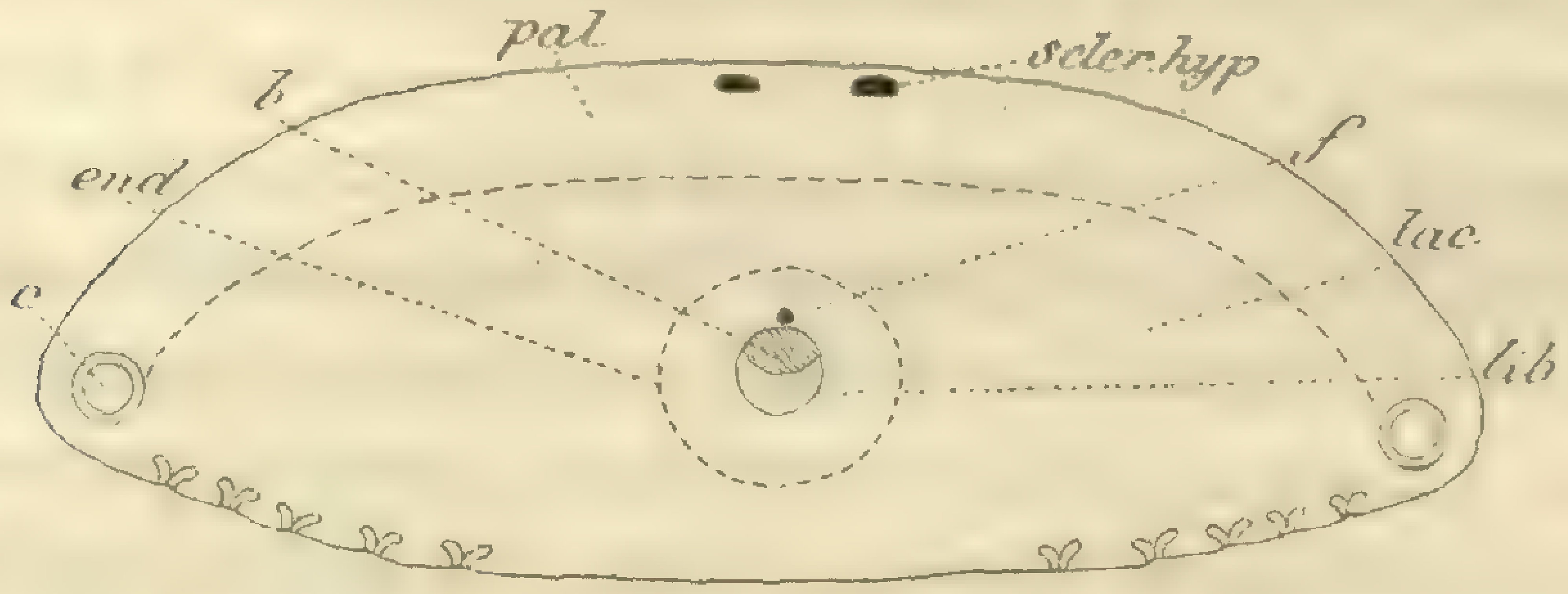


Fig. 48. — *Abies pectinata* : feuille du premier verticille. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *f*, fibres lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

2° *Feuille du premier verticille.* — La section transversale d'une feuille du premier verticille (fig. 48) présente une forme assez différente de la précédente : elle est à peu près elliptique.

L'épiderme, très nettement cutinisé, ne porte de stomates qu'à la face inférieure, où ils sont groupés en deux régions situées symétriquement de part et d'autre du plan de symétrie de la feuille ; ce sont les deux bandelettes blanchâtres, visibles à l'œil nu, qui sillonnent d'un bout à l'autre la face inférieure de la feuille, et dont chacune paraît comprendre, en général, cinq files de stomates. La répartition des stomates à la surface de la feuille est ici inverse de celle que nous avons remarquée dans les cotylédons.

Le parenchyme foliaire présente un aspect nettement hétérogène ; au voisinage de la face supérieure s'étend un véritable

tissu en palissade, formé d'une ou deux assises de cellules; un tissu plus lâche double la face inférieure. De rares fibres hypodermiques se font remarquer de distance en distance; on peut, par exemple, en rencontrer deux sous l'épiderme supérieur, de part et d'autre du plan de symétrie. Les bords de la feuille sont occupés par deux canaux sécréteurs sous-épidermiques (Pl. 15, fig. 3).

La nervure médiane (Pl. 15, fig. 1) comprend un faisceau libéro-ligneux simple, dont le bois renferme à peu près le même nombre de vaisseaux que celui du cotylédon. Le faisceau est plongé dans un tissu de cellules petites, à parois généralement minces et cellulosiques, dont quelques-unes sont lignifiées et aréolées; au-dessus du faisceau, et par conséquent du côté du bois, on remarque parfois un petit groupe de deux ou trois fibres volumineuses, à section transversale irrégulièrement arrondie, à membranes épaisses et lignifiées. Tout cet ensemble est séparé du mésophylle par une assise presque continue de cellules volumineuses, à contour assez régulièrement arrondi, qui se distinguent fort nettement par leur forme des cellules extérieures, allongées transversalement de part et d'autre de la nervure; elles ne sont pas moins distinctes du conjonctif de la nervure, dont les cellules sont plus petites et plus serrées, de telle sorte qu'il semble déjà permis d'assimiler cette assise de séparation à un endoderme.

3° *Feuille d'une pousse de deuxième année.* — Celle-ci, dans sa section transversale (fig. 49), présente encore une forme elliptique, mais sensiblement plus aplatie que celle des feuilles primordiales.

L'épiderme, assez fortement cutinisé, porte à sa face inférieure deux bandelettes, dont chacune comprend sept rangées longitudinales de stomates. Dans les régions moyennes de ses deux faces, il est doublé de distance en distance par quelques fibres hypodermiques isolées, ou tout au plus groupées deux par deux; rien de semblable ne se remarque aux angles, non plus qu'au niveau des bandelettes.

Le mésophylle est hétérogène : deux assises, dont la seconde

mal caractérisée, de tissu en palissade ; tissu lacuneux vers la face inférieure. Aux angles latéraux de la feuille, les deux canaux sécréteurs sont appliqués assez étroitement contre l'épiderme inférieur.

La nervure médiane (Pl. 15, fig. 2), à section elliptique, comprend non plus un faisceau libéro-ligneux unique, mais bien deux faisceaux parfaitement distincts, dont chacun peut renfermer, par exemple, une trentaine de vaisseaux ; ce sont deux branches d'un faisceau primaire simple émané de la tige. Le péricycle commun, dans lequel sont plongés ces deux faisceaux, subit une sclérification plus complète que dans la feuille primordiale ; cette sclérification paraît surtout marquée à la face

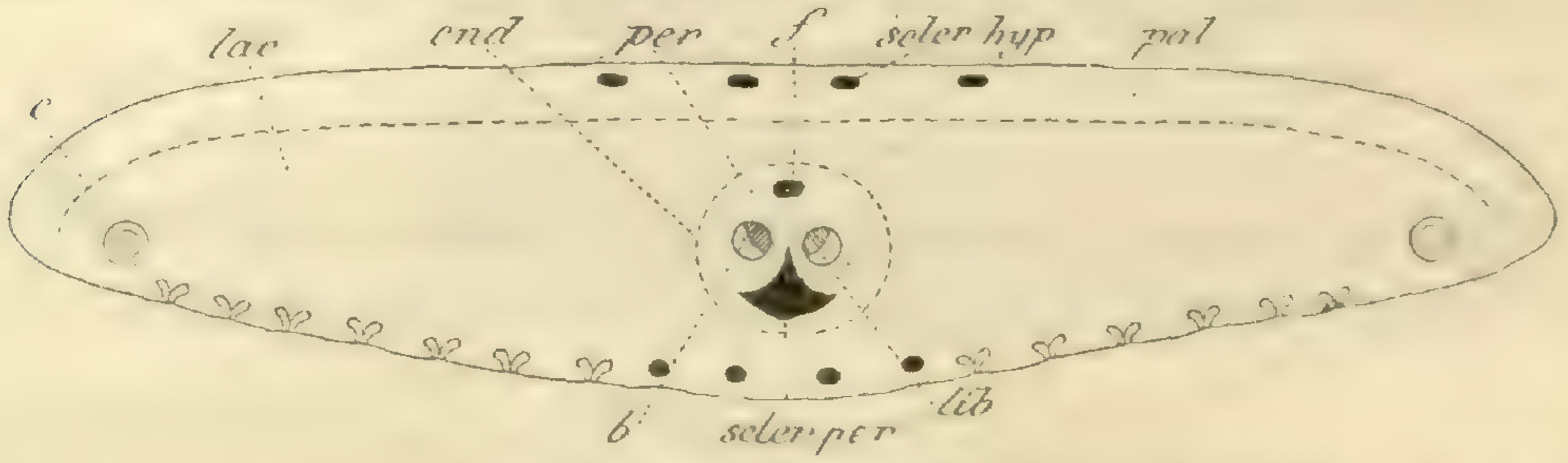


Fig. 49. — *Abies pectinata :* feuille d'une pousse de deuxième année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *f*, fibres lisses ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

libérienne de la nervure, où le tissu de soutien forme une bande médiane qui pénètre entre les deux faisceaux à la façon d'un coin ; on y remarque à la fois des cellules à ponctuations aréolées (ce sont les éléments dominants), et quelques fibres à parois lisses, uniformément épaissies.

De part et d'autre de l'endoderme, qui n'est pas mieux caractérisé que dans la feuille primordiale, les cellules du mésophylle ont encore une tendance à s'allonger en files radiales.

4° *Feuille d'une pousse de $n^{ème}$ année.* — Parmi les feuilles qui se développent chaque année sur un arbre âgé, il faut en distinguer de deux sortes. Les unes, portées par la pousse terminale de la plante (sa flèche), sont insérées obliquement sur celle-ci, suivant la spire connue, et font avec la verticale un angle

à peu près constant ; elles paraissent, en général, épaisses dans le sens dorsiventral, étroites dans le sens latéral. Les autres, insérées sur les branches nouvelles dont la direction est, au bout de peu d'années, sensiblement horizontale, sont elles-mêmes étalées dans des plans à peu près horizontaux ; il suffit de les comparer à celles de la flèche, pour les trouver généralement plus minces et plus larges.

J'ai dit comment s'explique l'apparence distique de leur insertion (voir p. 15).

A ces différences d'orientation et de forme extérieure correspondent certaines divergences anatomiques dont l'étude m'a re-

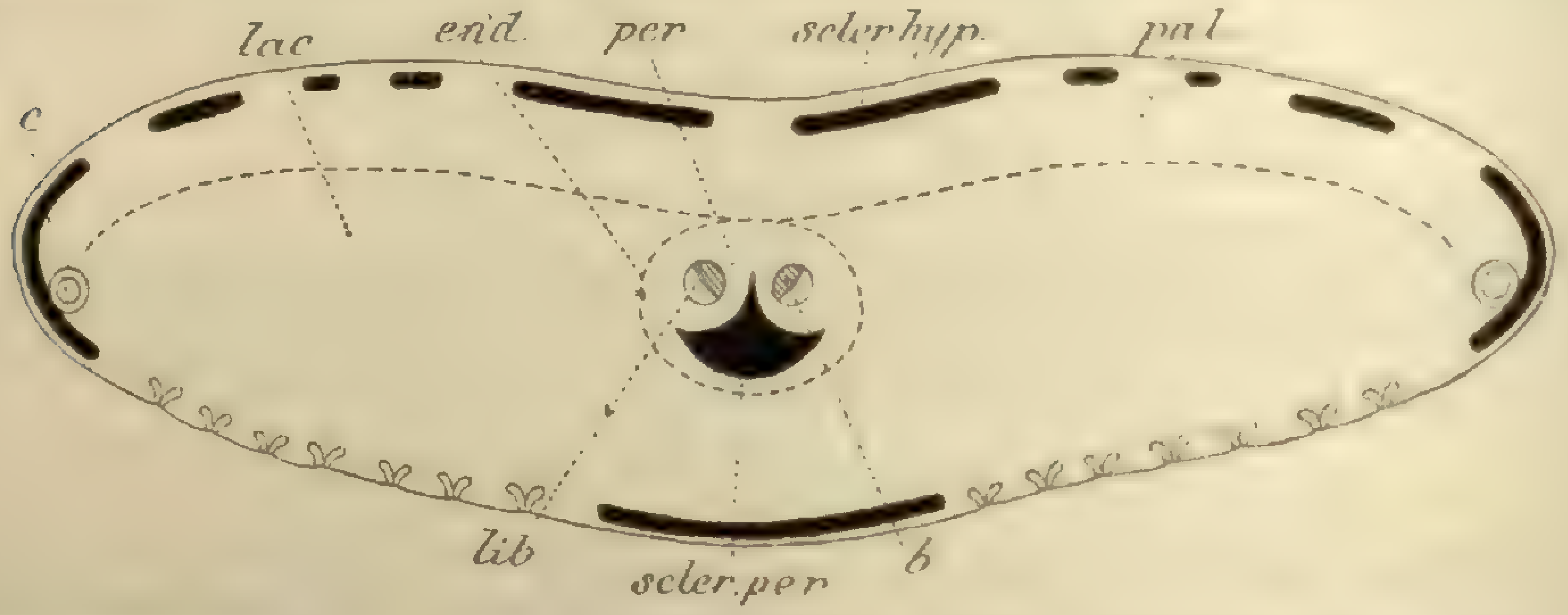


Fig. 50. — *Abies pectinata* : feuille d'une pousse latérale de n^{me} année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

tenu quelque temps (1) ; mais j'ai dû reconnaître bientôt qu'elles sont d'ordre secondaire par rapport aux caractères que l'âge de la plante imprime à la structure de la feuille, et, sans les examiner ici, je prendrai pour type une feuille insérée sur une branche latérale.

Sa section transversale (fig. 50) est constamment elliptique. L'épiderme, fortement cutinisé, porte à sa face inférieure deux bandelettes de stomates (sept rangées longitudinales). Il est doublé intérieurement par un hypoderme formé d'une assise de fibres discontinue à la face supérieure, existant toujours aux angles de la feuille (Pl. 15, fig. 4), et interrompue à la face in-

(1) Voir Aug. Daguillon : *Observations sur la structure des feuilles de quelques Conifères* (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXV, 1888, p. 57).

férieure en face des bandelettes. Le tissu en palissade présente les mêmes caractères que dans les feuilles de la plante jeune; les cellules, plus ou moins arrondies, du tissu lacuneux affectent encore leur disposition radiale de part et d'autre de la nervure. Les deux canaux sécréteurs occupent toujours leur position sous-épidermique aux angles de la feuille. La nervure, à section elliptique, entourée de son endoderme, renferme deux faisceaux très distincts plongés dans un péricycle dont la sclérification, bien que plus complète, affecte les caractères généraux de celle que j'ai signalée sur une pousse de deuxième année.

Si l'on veut bien comparer une feuille adulte, née sur un arbre âgé, à une feuille également adulte, mais née dans la première année de la plante, on voit par ce qui précède que ces deux feuilles présentent de très sensibles différences :

1° Dans leur mode d'insertion (la première fait partie d'un verticille alternant avec celui des cotylédons, la deuxième d'une spire correspondant au cycle $\frac{13}{34}$);

2° Dans le nombre de leurs stomates (cinq rangées environ dans chaque bandelette chez la feuille primordiale, sept chez la feuille normale);

3° Dans le développement de l'hypoderme scléreux, presque nul chez la première, assez riche chez la seconde ;

4° Dans la structure intime de la nervure médiane, simple chez la première, dédoublée chez la seconde, — sclérifiée faiblement chez l'une, fortement chez l'autre.

Entre ces deux types extrêmes, la feuille adulte d'une pousse de deuxième année forme un intermédiaire.

Si enfin on revient à l'étude du cotylédon, on voit que, plus simple dans l'ensemble de son organisation, il se rapproche de la feuille primordiale qui lui succède par la simplicité de sa nervure médiane et l'absence presque totale d'hypoderme, mais s'en distingue fort nettement par la situation de ses stomates, constamment localisés à la face supérieure. Quant à la forme de

sa section transversale, bien que très caractéristique, elle ne doit intervenir qu'à titre secondaire dans la comparaison : elle est vraisemblablement liée à la nécessité que subissent les cinq à sept cotylédons de se grouper symétriquement autour de l'axe de l'embryon.

Abies cilicica.

D'après M. Bertrand (1), les feuilles de l'arbre adulte diffèrent surtout de celles d'*Ab. pectinata* par l'absence de tout hypoderme à la face supérieure.

La germination de cette espèce offre à peu près les mêmes caractères extérieurs que celle d'*A. pectinata*.

1° *Cotylédons.* — Beaucoup plus longs que les feuilles du pre-

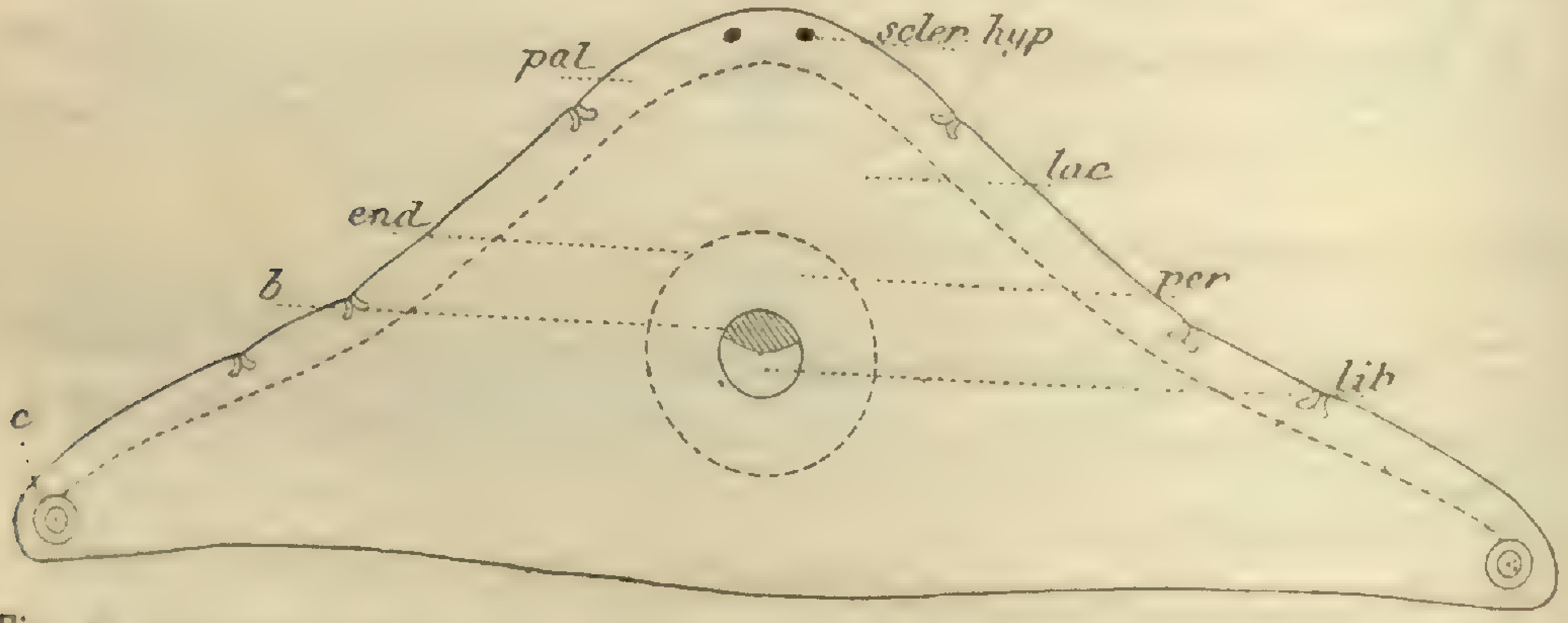


Fig. 51. — *Abies cilicica* : cotylédon. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *pal*, tissu palissadiforme; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *b*, bois; *lib*, liber.

mier verticille, les cotylédons présentent encore, à la section transversale (fig. 51), la forme triangulaire signalée dans l'espèce précédente.

Épiderme ne portant de stomates qu'à la face supérieure. Parenchyme homogène ; cependant, au voisinage de la face supérieure, la dernière assise prend un aspect palissadiforme, et, de part et d'autre de la nervure unique, les cellules ont encore une tendance à se disposer en files rayonnantes. Il n'y a pas, à

(1) Bertrand : *loc. cit.*, p. 89.

proprement parler, d'hypoderme : à peine peut-on remarquer deux ou trois fibres isolées au voisinage de l'arête supérieure ; deux canaux sécréteurs, parfaitement caractérisés, chacun avec ses deux assises propres, aux deux angles latéraux. La nervure médiane, assez mal limitée, contient un faisceau libéro-ligneux unique ; dans le péricyle on remarque surtout des cellules à ponctuations aréolées et, vers les faces dorsale et ventrale du faisceau, quelques fibres à parois épaisses et lisses.

2° *Feuilles du premier verticille.* — Elles offrent encore une

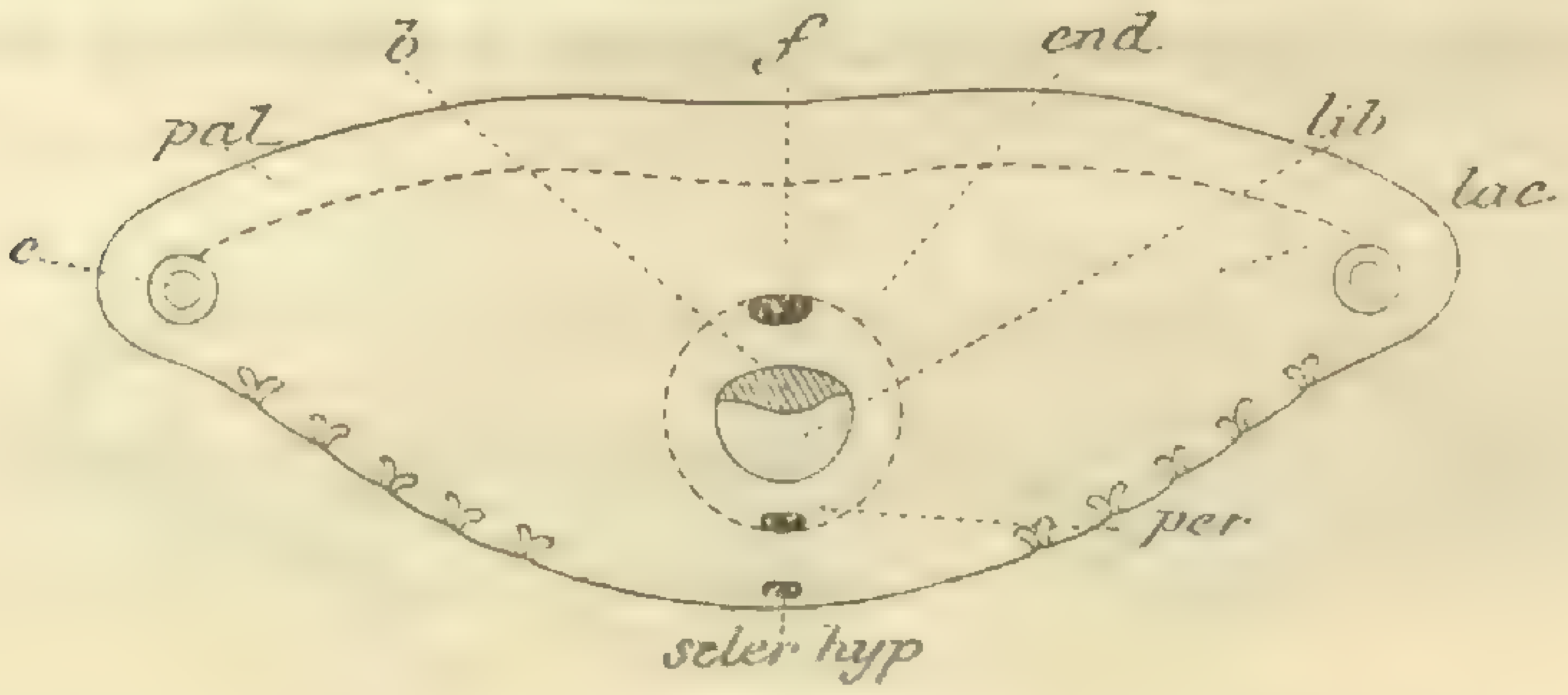


Fig. 52. — *Abies cilicica* : feuille du premier verticille. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu palissadiforme ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *f*, fibres lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

grande ressemblance avec les feuilles homologues d'*A. pectinata*.

Section transversale à peu près elliptique (fig. 52).

Les stomates sont localisés à la face inférieure en deux bandelettes dont chacune paraît contenir généralement cinq rangées de stomates. Le parenchyme, hétérogène, ne comprend qu'une assise bien nette de tissu en palissade. Pas d'hypoderme : tout au plus quelques fibres, isolées ou groupées deux par deux, doublent l'épiderme sur de rares points, de préférence dans la région moyenne de la face inférieure. Deux canaux sécréteurs, normaux. Enveloppée d'un endoderme comparable à celui d'*A. pectinata*, la nervure médiane ne contient encore qu'un faisceau indivis ; le péricycle y renferme deux sortes d'éléments de soutien : des cellules aréolées et quelques fibres, surtout au-dessus du bois.

3° *Feuilles d'une pousse de $n^{ème}$ année.* — Section transversale à peu près elliptique (fig. 53).

L'épiderme porte à sa face inférieure deux bandelettes plus riches en stomates que dans la forme précédente : chacune paraît en renfermer généralement sept rangées. L'épiderme est doublé par une assise hypodermique; contrairement au caractère fourni par M. Bertrand, je l'ai reconnue à la face supérieure : il est vrai qu'elle y est quelquefois discontinue ; elle se développe mieux aux angles et s'interrompt au niveau des bandelettes pour reparaître sous la nervure. Le parenchyme est hétérogène, mais ne comprend guère qu'une assise palissadiforme nettement caractérisée. Sous un endoderme commun, la

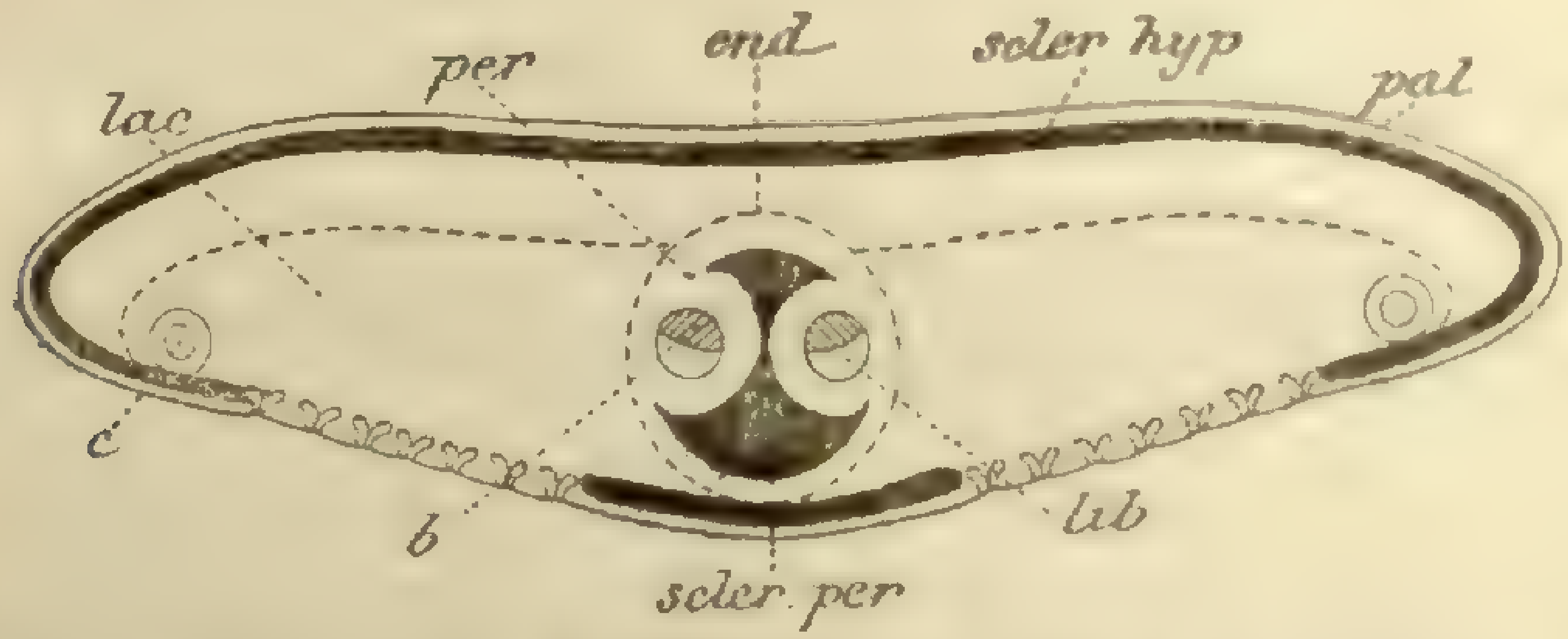


Fig. 53. — *Abies cilicica* : feuille d'une pousse latérale de $n^{ème}$ année. — *scler. hyp.* sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

nervure médiane comprend deux faisceaux libéro-ligneux ; le péricycle, dont les éléments conjonctifs sont formés de petites cellules à membranes minces, à contours polygonaux, comprend encore deux sortes d'éléments scléreux : des cellules aréolées, dominant sur les côtés, et quelques fibres, formant au-dessus et au-dessous de la nervure comme un double coin qui s'enfoncerait entre les deux faisceaux. Les deux canaux sécréteurs occupent toujours la même situation.

Il est bon de remarquer qu'ici encore, comme dans l'espèce précédente, se manifeste une différence assez frappante entre l'aspect extérieur des feuilles de la flèche et celui des feuilles de branches latérales : les premières épaisses et courtes, les autres minces et relativement plus longues.

En somme, le passage de la forme primordiale à la forme définitive obéit, dans ce second exemple, à peu près aux mêmes lois que dans le premier : il est caractérisé par une modification phyllotaxique, un accroissement dans le nombre des stomates, le développement progressif de l'hypoderme, enfin et surtout par le dédoublement interne du faisceau de la nervure médiane, sous un endoderme commun.

Abies cephalonica.

Dans cette espèce adulte, les feuilles diffèrent de celles des *Ab. pectinata* et *cilicica* par la continuité de l'hypoderme sous l'épiderme supérieur.

La germination d'une graine d'*A. cephalonica* donnant lieu aux mêmes phénomènes que dans les deux espèces qui précèdent, le même ordre s'impose dans l'étude des feuilles successives de la plante, que nous pourrons d'ailleurs abréger.

1° *Cotylédon.* — Le nombre des cotylédons peut être par

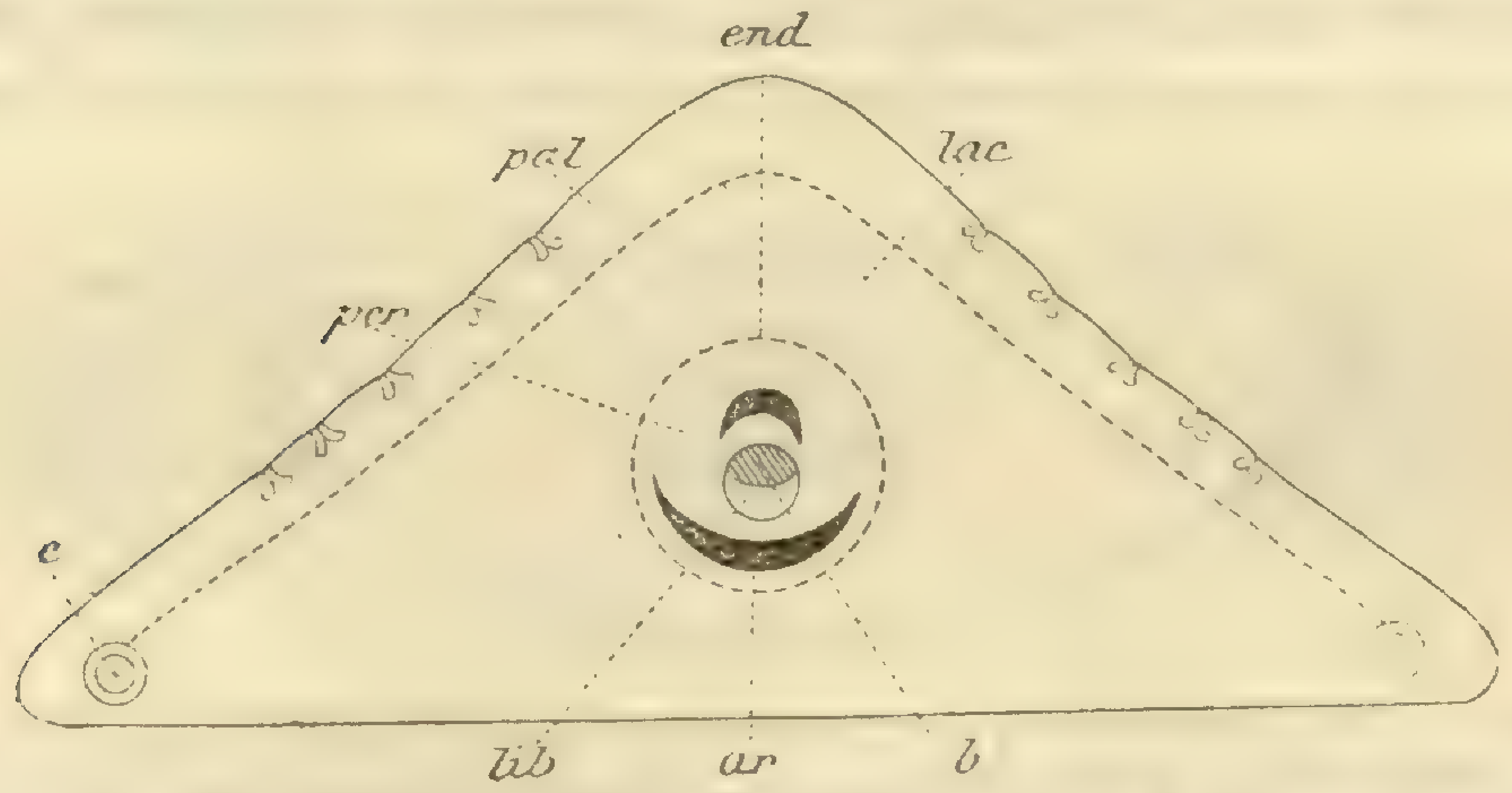


Fig. 54. — *Abies cephalonica :* cotylédon. — *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *b*, bois; *lib*, liber.

exemple de neuf. Leur structure rappelle en beaucoup de points (fig. 54) celle que nous ont révélée les *A. pectinata* et *cilicica*.

2° *Feuille au premier verticille.* — Elle est encore caracté-

risée (fig. 55) par le petit nombre des stomates (trois à quatre rangées) qui composent chaque bandelette de la face inférieure, par l'absence totale d'hypoderme, et par la simplicité de la nervure médiane, où l'endoderme protège un faisceau libéro-ligneux

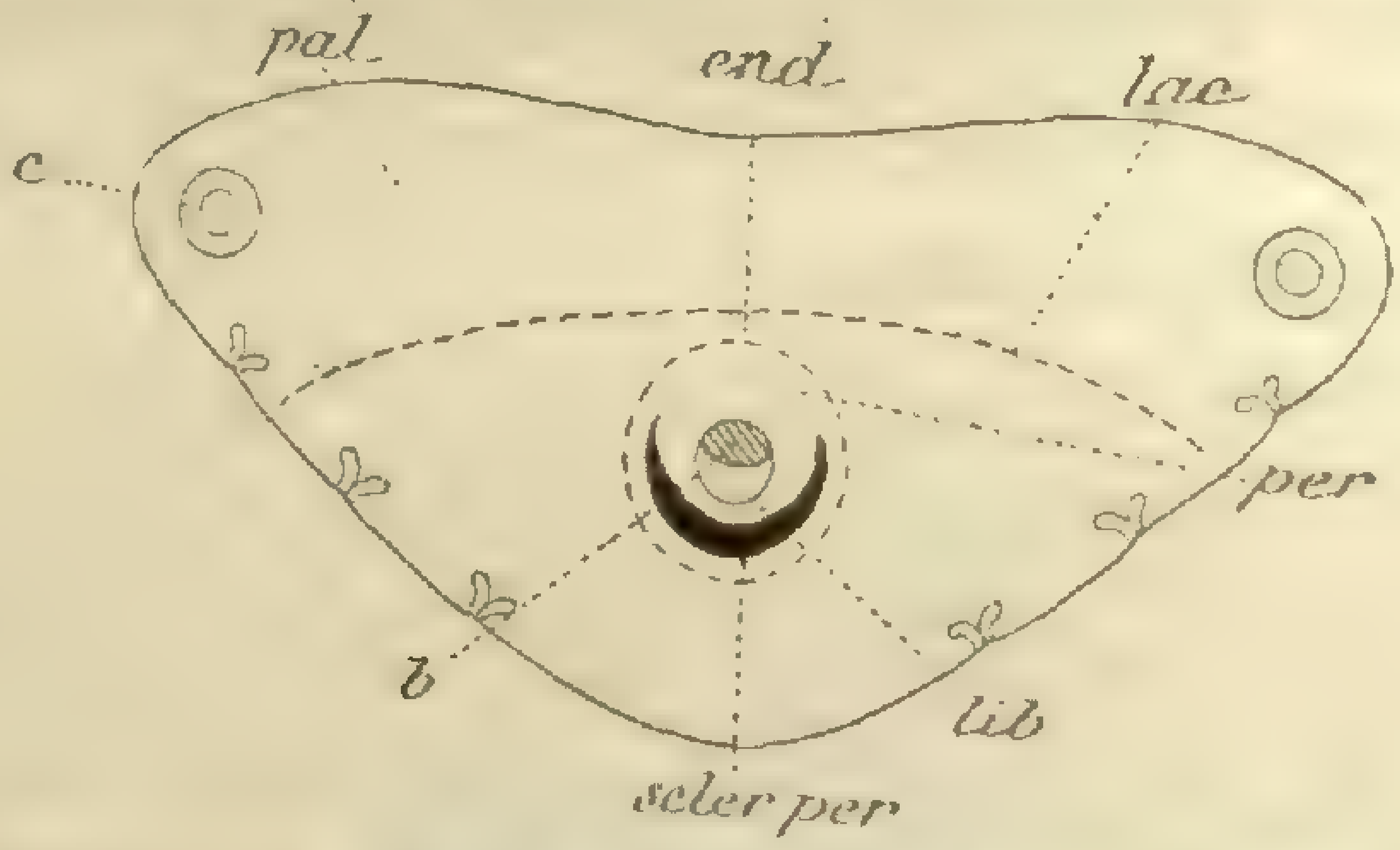


Fig. 55. — *Abies cephalonica :* feuille du premier verticille. — *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

unique, dont la face dorsale surtout est bordée d'un cordon de tissu aréolé. Les canaux sécréteurs existent aux angles de la feuille, et le parenchyme contient une assise épaisse de tissu en palissade.

3° *Feuille d'une pousse de deuxième année.* — L'hypoderme apparaît (fig. 56) : il forme aux angles de la feuille et à sa face inférieure, entre les deux bandelettes, une assise continue. Les stomates sont plus nombreux aux bandelettes, qui paraissent en con-

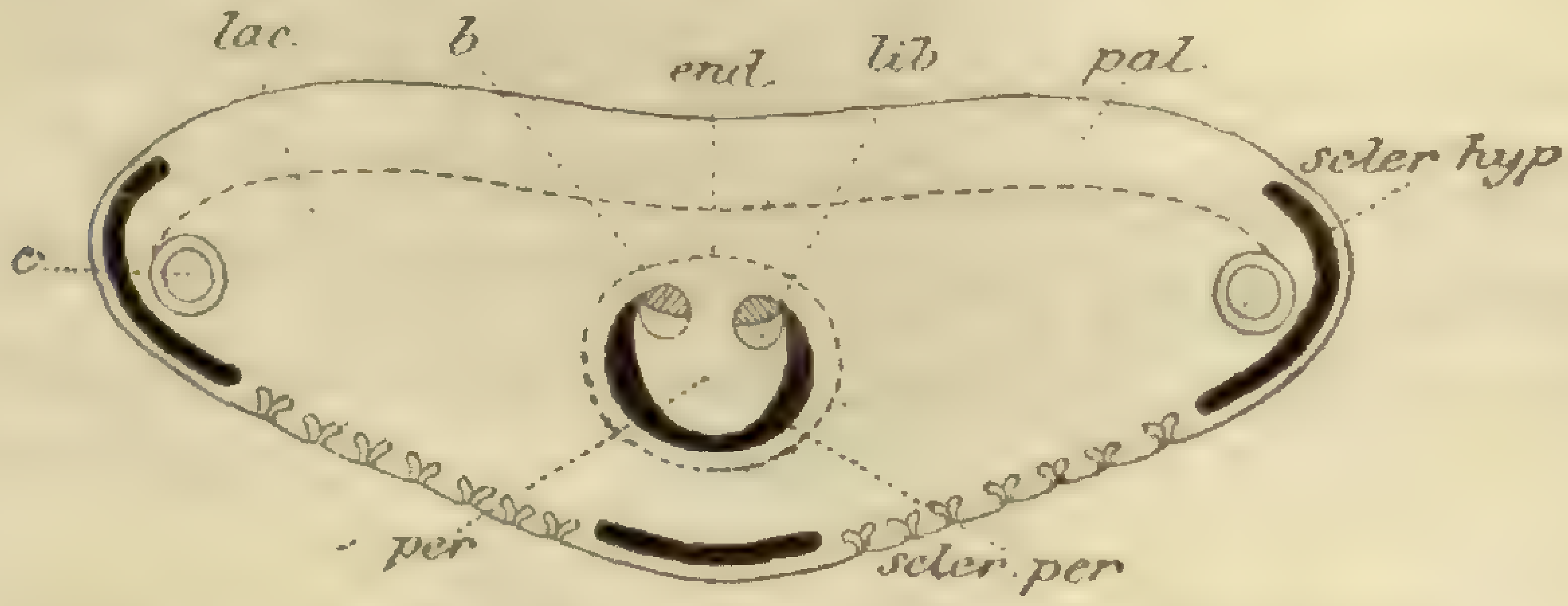


Fig. 56. — *Abies cephalonica :* feuille d'une pousse de deuxième année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

tenir de cinq à sept files. Le tissu en palissade, mieux développé, manifeste une tendance à dédoubler son assise unique. La nervure médiane est divisée intérieurement en deux faisceaux libéro-ligneux dont les faces dorsales sont protégées par un arc de sclérenchyme où l'on ne remarque que du tissu aréolé.

4° *Feuille d'une pousse de troisième ou quatrième année.* — L'hypoderme se développe de plus en plus (fig. 57) : aux angles de la feuille et sous la nervure, il forme toujours une assise continue ;

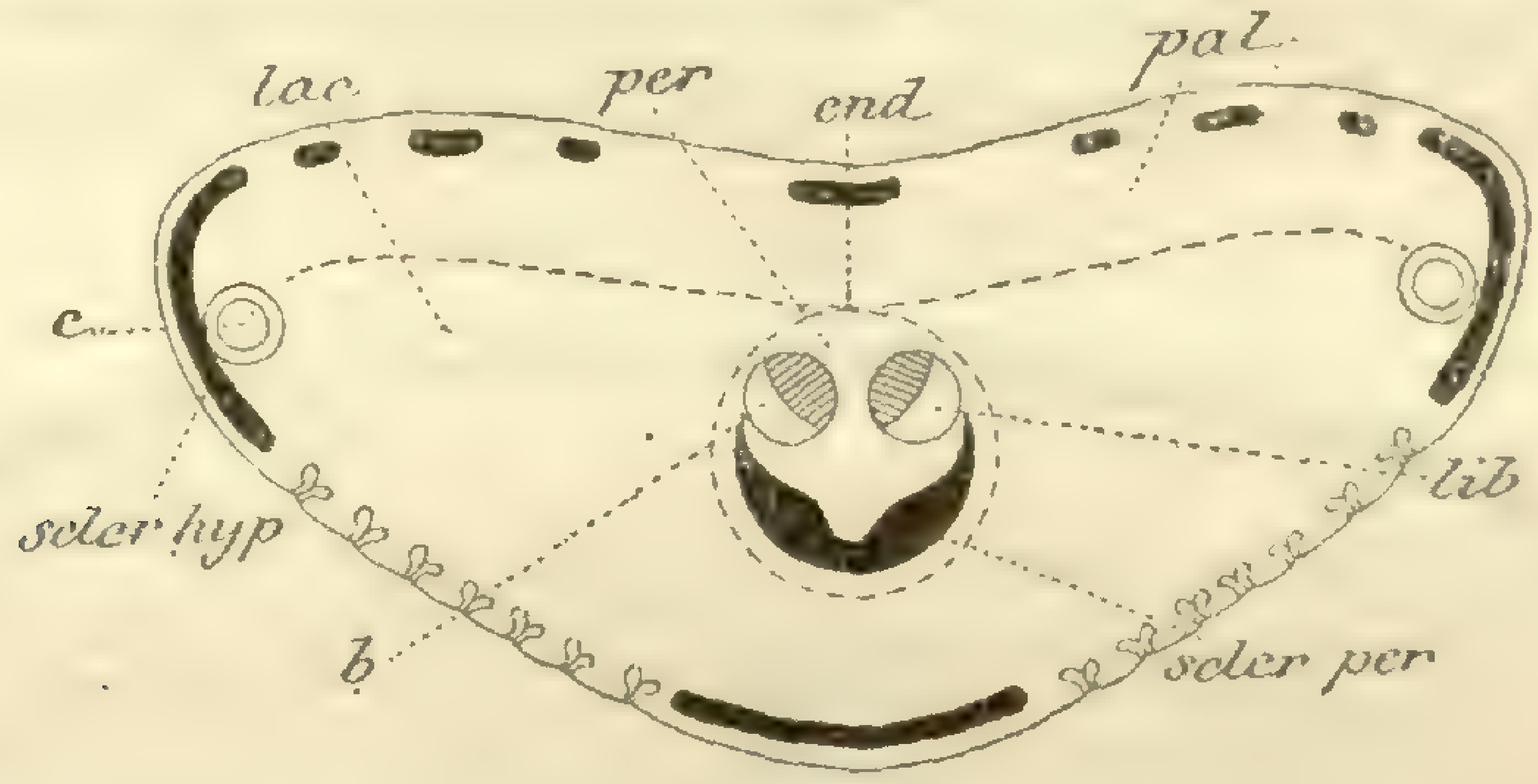


Fig. 57. — *Abies cephalonica :* feuille d'une pousse de 3e ou 4e année. — *scler. hyp* sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

il s'étend à la face supérieure où se remarquent de nombreuses fibres, isolées ou groupées deux par deux, constituant en un mot une assise discontinue. La nervure médiane garde sa structure, et le tissu en palissade est nettement dédoublé en deux assises.

5° *Feuille d'une pousse de $n^{ème}$ année.* — Prenons enfin une feuille adulte (fig. 58), née sur une pousse nouvelle d'un arbre

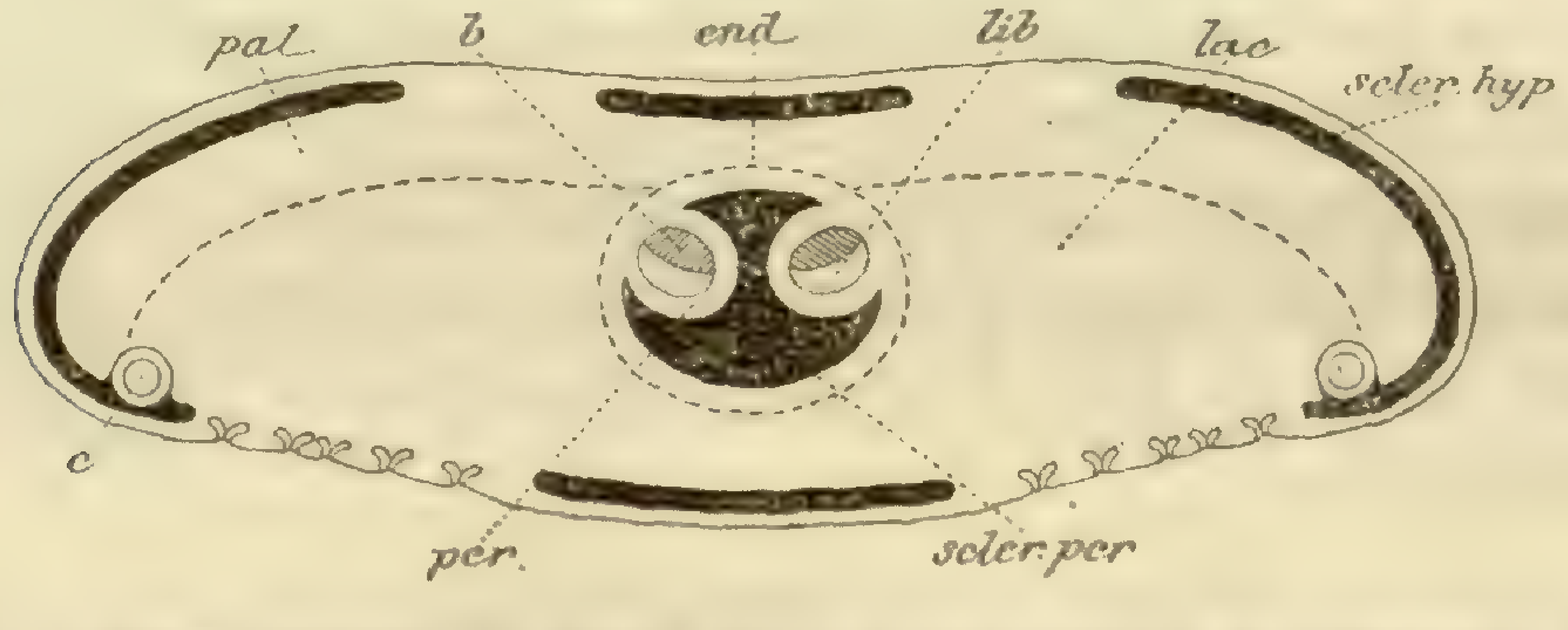


Fig. 58. — *Abies cephalonica :* feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

âgé. L'hypoderme aura poursuivi son développement : il aura pris à la face supérieure l'aspect d'une assise quelquefois continue, dans tous les cas beaucoup moins discontinue qu'elle n'était chez la feuille d'une plante jeune. Quant à la nervure médiane,

elle diffère surtout de ce qu'elle était dans les cas précédents par l'apparition de fibres qui s'intercalent aux éléments aréolés, surtout entre les deux faisceaux, sur leurs faces ventrales.

L'aspect extérieur de la feuille emprunte encore des caractères spéciaux à sa situation sur la flèche ou sur les branches

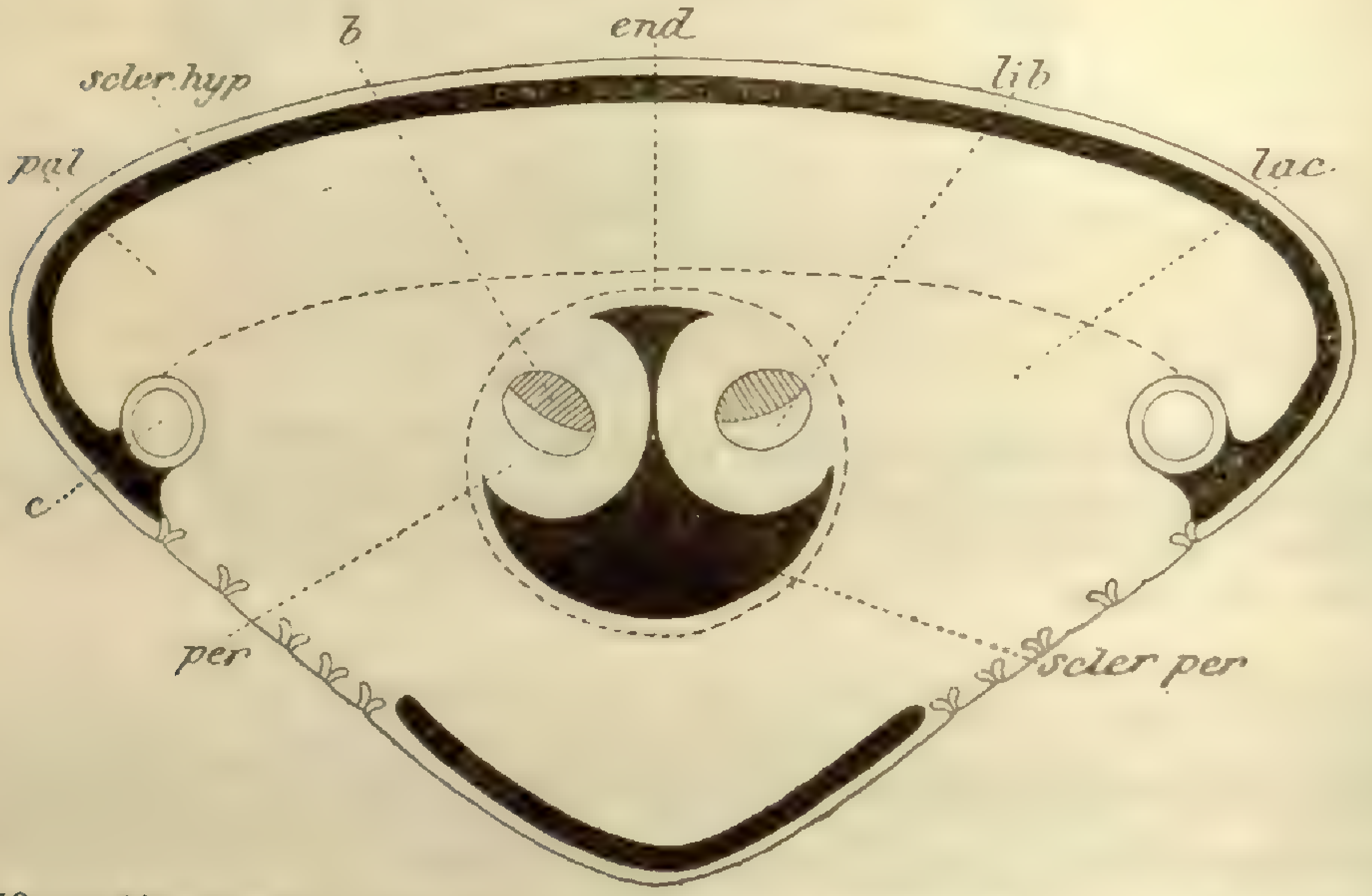


Fig. 59. — *Abies cephalonica* : feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *per*, péricycle; *b*, bois; *lib*, liber.

latérales. Sur la flèche (fig. 59), elle est épaisse et relativement courte; sur les branches latérales, elle est beaucoup plus aplatie et souvent plus allongée. Il m'a paru de plus que l'hypoderme se développe davantage dans les feuilles de la flèche, où il forme partout (sauf au niveau des bandelettes) une assise continue, qui peut même se dédoubler sur certains points, par exemple aux angles (1).

(1) Cette continuité de l'hypoderme est signalée par M. Bertrand comme un caractère spécifique; on voit que si l'on suit ce qu'on pourrait appeler l'évolution foliaire de la plante, ce caractère perd une grande partie de sa valeur.

(*A suivre.*)

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION

DE LA VALLÉE D'AURE

(HAUTES-PYRÉNÉES)

Par M. Gaston BONNIER (*Suite*).

---

3. — *Zone alpine* (*inférieure et supérieure*).

1° *Zone alpine inférieure.* — La zone alpine inférieure est reliée par une végétation intermédiaire à la zone subalpine et même parfois à la zone inférieure des montagnes. Comme la zone subalpine, elle est mieux limitée sur les versants exposés au Nord que sur ceux exposés au Sud. Sur les versants nord, elle commence là où cessent les Sapins et conserve ses caractères malgré la présence des Pins (*Pinus uncinata*).

Sa partie inférieure est ordinairement caractérisée sur tous les versants par les *Rhododendron ferrugineum* et *Juniperus communis* (*alpina*), qui forment des buissons serrés.

L'étude du versant sud de la chaîne de l'Arbizon fera voir combien il est difficile de limiter cette zone et comment les altitudes absolues ne peuvent servir à établir les régions des montagnes.

Si l'on part du village d'Aulon pour gravir le massif de l'Arbizon soit en se dirigeant directement vers les pics principaux soit en suivant la partie supérieure du val d'Aulon pour remonter au col de la Paloume, on rencontre un mélange de végétaux dont l'extension en altitude varie beaucoup suivant les circonstances locales.

Sur les pentes qui séparent les vallons secondaires et bien exposées au Sud, les végétaux de la zone inférieure des montagnes s'élèvent à une altitude relativement grande et l'on trouve

des plantes de plaine, modifiées il est vrai par leur séjour dans la région alpine, jusqu'à la crête supérieure de l'Arbizon; tels sont les *Thymus Serpyllum*, *Lotus corniculatus*, *Poterium Sanguisorba*, etc. Il en est autrement dans les vallons où la neige séjourne beaucoup plus longtemps et où l'on voit au contraire des plantes de la zone alpine descendre à des altitudes assez basses.

Aussi, peut-on trouver à une même altitude aux environs d'Aulon, et même en se limitant au massif de l'Arbizon, des plantes appartenant à trois zones différentes. C'est ainsi que sur les larges espaces qui séparent deux vallons, le Noisetier est abondant jusqu'à plus de 1700 mètres d'altitude et que la noisette y mûrit presque tous les ans à cette altitude, tandis que le *Silene acaulis* descend dans les vallons secondaires et se trouve même en grande quantité sur les pelouses et sur les rochers à cette même altitude de 1700 même.

En certains points, la zone subalpine est assez bien indiquée, comme je l'ai déjà dit, par des prés ou abondent les Asphodèles et les Iris ou bien encore par la masse serrée des *Pteris* et des *Calluna*, au-dessus desquels on peut parfois marquer nettement la base de la région alpine par l'apparition des Rhododendrons. Toutefois, à des altitudes relativement plus grandes au-dessus des derniers *Cotoneaster*, des rochers couverts de *Gypsophila repens*, de *Dianthus*, de *Kernera saxatilis* ou de *Teucrium pyrenaicum*, on voit apparaître la végétation franchement alpine : les *Alchimilla alpina*, *Saxifraga ascendens*, *S. longifolia*, *Dryas octopetala*, *Geranium cinereum*, *Myosotis alpestris*, etc., qui se mêlent à quelques plantes subalpines telles que les *Saxifraga Aizoon*, *Aspidium Lonchitis*, etc.

Une étude attentive de ce versant sud du massif de l'Arbizon, malgré le mélange d'espèces qui peut entraver au premier abord les recherches de géographie botanique, font ressortir d'une manière très nette que la distribution des végétaux y est surtout réglée par la plus ou moins grande durée des neiges.

Au fond des vallées du Lustou, du Rioumajou, du Mou-

dang (1), là où cessent les Sapins, la limite inférieure de la région alpine est beaucoup plus nette.

En somme, que ce soit sur un versant sud ou sur un versant nord, on peut caractériser la région alpine inférieure, dans la contrée qui nous occupe, surtout par les espèces suivantes :

Thalictrum alpinum.
Anemone alpina.
Ranunculus montanus.
Aquilegia pyrenaica.
Papaver alpinum.
Arabis bellidifolia.
Cardamine alpina.
Cardamine resedifolia.
Draba tomentosa.
Kernera saxatilis.
Iberis spathulata.
Viola cornuta.
Asterocarpus sesamoides.
Silene acaulis.
Viscaria alpina.
Cerastium alpinum.
Geranium cinereum.
Rhamnus pumila.
Trifolium alpinum.
Oxytropis campestris.
Dryas octopetala.
Geum montanum.
Sibbaldia procumbens.
Potentilla alchimilloides.
Alchimilla alpina.
Rosa alpina.
Cotoneaster vulgaris.
Epilobium alpinum.
Sedum alpestre.
Saxifraga ascendens.
Saxifraga muscoides.
Saxifraga oppositifolia.
Eryngium Bourgati.
Lonicera pyrenaica.
Galium Lapeyrousianum.
Homogyne alpina.
Aster alpinus.
Senecio Tournefortii.
Gnaphalium carpaticum.
Jasione perennis.
Campanula Scheuchzerii.
Vaccinium uliginosum.
Primula farinosa.
Gentiana nivalis.
Myosotis alpestris.
Veronica aphylla.
Veronica fruticulosa.
Pedicularis verticillata.
Plantago alpina.
Oxyria digyna.
Nigritella angustifolia.
Juncus trifidus.
Carex sempervirens.
Festuca Halleri.
Poa alpina.
Allosorus crispus.

L'influence qu'exerce l'exposition sur l'altitude de la limite supérieure de la région alpine inférieure est beaucoup moins grande que celle constatée sur l'altitude de sa limite inférieure. On peut toutefois noter une différence d'altitude encore assez sensible dans l'extension de la plupart des espèces de la liste précédente sur les versants sud et nord d'une même chaîne : sur

(1) A ce propos, citons à l'entrée des pâturages de la vallée du Moudang, le *Nepeta lanceolata* qui y a été signalé pour la première fois par M. Bourdette.

les deux versants du massif de l'Arbizon par exemple, ou encore sur les deux versants de la chaîne principale des Pyrénées.

2° *Zone alpine supérieure.* — La zone alpine supérieure, y compris la zone que l'on a quelquefois nommée zone glaciale s'étend jusqu'au sommet des plus hauts pics, car on peut trouver des plantes phanérogames aux altitudes les plus élevées de la chaîne pyrénéenne. Cette zone est beaucoup moins bien caractérisée par rapport à la précédente que dans les Alpes.

Ce n'est guère que la distribution relative des espèces qui peut servir à la délimiter.

Le caractère principal de cette zone supérieure, c'est son uniformité ; on retrouve un certain nombre d'espèces, toujours les mêmes, sur presque tous les pics des Hautes-Pyrénées. Aussi pourra-t-on trouver une énumération détaillée des espèces de cette zone dans le travail de M. J. Vallot (1).

Les localités citées ne sont pas comprises, pour la plupart, dans la région qui nous occupe actuellement, mais sauf quelques espèces rares, les plantes de la région alpine supérieure sont celles que l'on y trouve citées, au moins par la partie la plus élevée de cette zone.

En somme, comme il est encore plus difficile de séparer une zone glaciale, nous caractériserons toute la région alpine supérieure par la prédominance des espèces suivantes :

Anemone vernalis.
Ranunculus glacialis.
Ranunculus alpestris.
Draba frigida.
Stellaria cerastoides.
Cherleria sedoides.
Arenaria ciliata.
Potentilla nivalis.
Saxifraga groenlandica.
Galium cæspitosum.
Leucanthemum alpinum.
Artemisia mutellina.
Erigeron uniflorus.
Phyteuma hemisphæricum.
Androsace pubescens.
Gregoria vitaliana.
Luzula spicata.
Trisetum subspicatum.
Poa laxa.
Oreochloa disticha.

D'une manière générale, la zone alpine tout entière s'étend

(1) J. Vallot : *Flore glaciale des Hautes-Pyrénées* (Bulletin de la Société botanique de France, 1885).

sur le massif de l'Arbizon d'où elle rejoint par la chaîne de Néouvielle la chaîne centrale des Pyrénées dont elle occupe toute la partie haute.

4. — *Extension des plantes de plaines jusqu'à des altitudes élevées.*

J'ai été amené à étudier, pour d'autres recherches, les plantes de plaines que l'on peut observer dans cette région des Pyrénées à des altitudes élevées, en tout cas dans la zone alpine que nous venons de caractériser. J'en ai profité pour dresser la liste de ces plantes qui luttent, parfois avec succès contre les plantes alpines.

Voici cette liste :

Ranunculus acris L., zone alpine inférieure, parfois jusqu'à 2 500 mètres.

Ranunculus Flammula L., lacs de la zone alpine supérieure.

Caltha palustris L., abondant dans la zone alpine inférieure.

Sisymbrium austriacum Jacq., région alpine, jusqu'à environ 2250 mètres.

Helianthemum vulgare Gærtn, abondant dans la zone alpine inférieure.

Viola palustris L. et *V. pyrenaica* Ram., çà et là.

Parnassia palustris L. abondant dans toute la région alpine; je l'ai trouvée à 2 600 mètres d'altitude.

Polygala vulgaris L., zone alpine inférieure.

Silene inflata Sm., zone alpine inférieure; abondant.

Silene nutans L., zone alpine inférieure.

Sagina procumbens L., presque toute la région alpine.

Arenaria serpyllifolia L., monte jusqu'à plus de 3 000 mètres, devient vivace (pic d'Arbizon) (1).

Cerastium arvense L., jusqu'à 2 900 mètres.

Linum catharticum L., zone alpine inférieure.

Geranium pyrenaicum L., zone alpine inférieure.

Genista pilosa L., forme parfois des buissons dans la zone des Rhododendrons.

Anthyllis Vulneraria L., monte jusque dans la région glaciaire et présente toutes les transitions entre les formes extrêmes dans la configuration l'épaisseur de ses feuilles et le coloris de ses fleurs.

Trifolium pratense L., s'élève jusqu'à plus de 2 700 mètres d'altitude.

Lotus corniculatus L., monte presque jusqu'aux dernières limites de la

(1) Voyez G. Bonnier : *Sur quelques plantes annuelles ou bisannuelles, qui deviennent vivaces dans les hautes altitudes* (Bulletin de la Société botanique de France, 1884).

végétation et présente toutes les transitions depuis la forme des plaines jusqu'à celle des hauts sommets à fleurs isolées et à feuilles petites, très épaisses.

Lathyrus pratensis L., zone alpine inférieure; on fait une sorte de thé avec les échantillons de cette plante récoltés à une altitude élevée.

Hippocrepis comosa L., s'élève parfois jusqu'à 2 800 mètres.

Potentilla Tormentilla Sibth, monte presque jusqu'aux dernières limites de la végétation.

Rubus Idæus, zone alpine inférieure.

Poterium Sanguisorba L., zone alpine inférieure.

Alchimilla vulgaris L., dépasse 2 700 mètres.

Cotoneaster vulgaris Pers., dépasse 2 600 mètres dans le massif de l'Arbizon et au Luston.

Scleranthus annuus L., zone alpine inférieures — devient plurannuel.

Galium verum L.. abondant dans la région alpine inférieure.

Galium silvestre Poll., zone alpine inférieure.

Scabiosa columbaria L., jusqu'à 2 600 mètres.

Scabiosa Succisa L., zone alpine inférieure.

Solidago Virga-aurea L., zone alpine inférieure.

Leucanthemum vulgare Lam., jusqu'à 3 000 mètres.

Achillea Millefolium L., zone alpine inférieure.

Gnaphalium silvaticum L., toute la région alpine.

Leontodon proteiformis Vill., toute la région alpine.

Taraxacum officinale Wigg., jusqu'aux dernières limites de la végétation.

Hieracium Pilosella L., zone alpine inférieure.

Hieracium Auricula L., zone alpine inférieure.

Hieracium murorum L., zone alpine inférieure.

Campanula rotundifolia L., zone alpine inférieure et parfois même supérieure (massif de Néouvielle).

Vaccinium Myrtillus L., jusqu'aux dernières limites de la végétation.

Calluna vulgaris Salisb., abondant dans la zone alpine inférieure, s'élève parfois jusque dans la région glaciale.

Pulmonaria angustifolia L., çà et là dans la région alpine.

Echium vulgare L., zone alpine inférieure.

Linaria supina Desf., fréquent dans la zone alpine inférieure.

Veronica Chamædrys L., fréquent dans la zone alpine inférieure.

Veronica officinalis L., fréquent dans la zone alpine inférieure.

Euphrasia officinalis L., s'élève jusqu'au delà de 2 700 mètres; abondant.

Rhinanthus Crista-galli L., (*R. minor* Ehrh.), s'élève jusqu'au-dessus de 2 700 mètres; abondant.

Thymus Serpyllum L., (et *T. Chamædrys* Fr.), fréquent dans toute la région alpine et jusque sur les pins les plus élevés.

Galeopsis Tetrahit L. voisinage des cabanes dans la région alpine.

Teucrium Scorodonia L., zone alpine inférieure.

Ajuga reptans L., zone alpine inférieure.

Rumex scutatus L., zone alpine inférieure.

Chenopodium Bonus-Henricus L., voisinage des cabanes, dans la zone alpine.

Daphne Laureola L., jusque dans la zone alpine supérieure.

Thesium pratense Ehrh., s'élève au-dessus de 2700 mètres d'altitude (chaîne principale, Néouvielle).

Urtica dioica L., voisinage des cabanes, dans la zone alpine.

Orchis viridis Crantz., région alpine (rare).

Epipactis latifolia All., zone alpine inférieure.

Luzula campestris DC. jusque dans la région glaciale.

Scirpus cæspitosus L., jusqu'au-dessus de 2600 mètres d'altitude.

Carex echinata Murr., zone alpine inférieure et zone alpine supérieure.

Carex præcox Schreb., zone alpine inférieure.

Carex panicea L., dans toute la région alpine.

Carex flava L., jusqu'à 2500 mètres.

Agrostis vulgaris With., toute la région alpine.

Aira flexuosa L., zone alpine inférieure.

Festuca rubra L., jusqu'aux plus hauts sommets.

Anthoxanthum odoratum L., zone alpine inférieure.

Poa annua L., toute la région alpine — devient vivace.

Poa nemoralis L., jusqu'au delà de 2600 mètres.

Briza media L., zone alpine inférieure.

Sesleria cærulea Ard., jusqu'aux plus hauts sommets.

Kœleria cristata Pers., zone alpine inférieure.

Nardus stricta L., jusqu'aux plus hauts sommets.

Botrychium Lunaria Sw., jusqu'à 2800 mètres.

Polypodium vulgare L., région alpine inférieure.

Cystopteris fragilis Bernh., toute la région alpine.

Asplenium septentrionale Sw., toute la région alpine.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1888 OU DANS LE COURS DES ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(*Fin.*)

Considérons maintenant les types de physionomie indigène, c'est-à-dire similaires de ceux que l'Europe possède encore et qui forment la masse ordinaire de la végétation de notre continent : ils donnent lieu à l'énumération suivante :

Espèces de Manosque ou de Céreste.	*Espèces vivantes correspondantes.*
1. *Alnus Sporadum* Ung.........	*Alnus orientalis* Dne. *A. subcordata* C.-A. Mey. *A.* Sp. Yunnan, n° 538 et 539, *Herb. Mus. Par.*
2. *Alnus restituta* Sap..........	*Alnus firma* Sieb et Zucc.
3. *Betula elliptica* Sap..........	*Betula Jacquemontii* Sp.
4. *Betula assimilis* Sap.........	*Betula costata* Trautr. *B. Ermani* var. g *costata* Reg.
5. *Carpinus grandis* Ung.......	*Carpinus viminea* Wall.
6. *Ostrya Atlantidis* Ung.........	*Ostrya carpinifolia* Scop.
7. *Fagus pristina* Sap..........	*Fagus ferruginea*, Michx.
8. *Populus leucophylla* Ung (1)...	*Populus canescens* Sm.
9. *Populus subheliadum* Sap.....	*Populus tremula* var.
10. *Populus palæomelas*..........	*Populus ciliata* Wall. *P. candicans* Ait.
11. *Populus oxyphylla* Sap.......	*Populus nigra* L.
12. *Salix gracilis* Sap	*Salix fragilis* L.
13. *Salix Lavateri* Hr	*Salix fragilis* L.
14. *Salix ovatior* Sap............	*Salix Safsaf* Schimpf.
15. *Salix angusta* Al. Br..........	*Salix viminalis* L.
16. *Salix elongata* D. Web.......	*Salix cyathipoda* Anders.
17. *Planera Ungeri*, Ett...........	*Zelkova Richardi* Mich.
18. *Planera protokeaki* Sap.......	*Zelkova Keaki* Miq.
19. *Ulmus discepta* Sap.........	*Ulmus Davidiana* Pl.
20. *Celtis cernua* Sap............	*Celtis caucasica* Wild.
21. *Fraxinus juglandina* Sap.....	*Fraxinus Bungeana* D.C.
22. *Fraxinus ulmifolia*, Sap......	*Fraxinus australis* Gay.
23. *Acer trilobatum* Al. Br.......	*Acer rubrum* S. *A. rufinerve* Sieb. et Zucc.

(1) Cette espèce et quelques autres de Céreste ont été indiquées d'après un relevé général dont nous sommes redevables à notre ami et confrère M. Fliche.

24. *Acer recognitum* Sap.........	*Acer opulifolium* Vill. *A. purpurascens* Franch.
25. *Acer tenuilobatum* Sap.......	*Acer striatum* Michx. *A. cratægifolium* Sieb. et Zucc.
26. *Acer gracile,* Sap...........	*Acer tataricum* L. var. *Ginnaln. Maxim.*
27. *Acer angustilobum* Hr........	*Acer Buergerianum* Miq.
28. *Juglans acuminata* Al. Br.....	*Juglans regia* L.
29. *Pistacia Lentiscus oligocenica* Mar......................	*Pistacia Lentiscus* L.
30. *Cercis Ameliæ* Sap...........	*Cercis chinensis* Bge.

A ne considérer que cet ensemble, on pourrait se croire en face d'un paysage européen nuancé de formes plus particulièrement est-asiatiques, avec cette restriction cependant que les Chênes, du moins ceux dont l'aspect nous est familier, les chênes à feuilles lobées de la section *Robur* ou *Cerris*, font entièrement défaut. Ces sortes de chênes, répandus actuellement dans toute la zone tempérée boréale, étaient alors absents de l'Europe ou du moins ne s'y présentaient que très rarement ; ils ne s'y montrèrent, en nombre d'abord restreint, que beaucoup plus tard, et ne se multiplièrent en se caractérisant de plus en plus qu'à partir du mio-pliocène. Dans l'énumération précédente, on remarquera surtout la présence du hêtre, le rôle des Bétulacées, l'importance relative des Salicinées, l'affluence des érables. Il faut observer des diversités de fréquence qui dénotent sans doute des différences de stations, plus rapprochées ou plus écartées du périmètre des plages lacustres : les *Betula* sont bien plus rares que les *Alnus ;* les *Salix* que les *Populus*, les *Ulmus* que les *Planera*. Le *Celtis* n'a été trouvé qu'une seule fois à Manosque. Il en est de même du *Populus* de la section *tremula* (*P. subheliadum* Sap.) ; et ces types étaient sans doute alors confinés vers les hauteurs, d'où leurs débris n'auront été que rarement et accidentellement entraînés jusque dans les eaux inférieures.

On aurait pourtant une idée très fausse de la végétation aquitanienne, en ne pas interrogeant le troisième de nos groupes, celui à physionomie exotique et à affinité tropicale. Le précédent se trouve effectivement encadré par celui-ci, auquel revenait la prépondérance, au moins en ce qui touche les espèces arborescentes. Il est beaucoup plus difficile, faute de documents, de saisir la composition du tapis végétal herbacé. Rien de plus rare que des empreintes se rapportant à lui. C'est même en considération de cette rareté que nous signalerons ici une espèce trouvée une fois à Manosque et encore inédite. Il s'agit d'une feuille que sa forme, sa consistance et les détails mêmes de sa nervation portent à croire détachée d'une plante herbacée ; elle rappelle à la fois les *Rumex* par le contour de la base et la forme générale, et certaines Crucifères, en particulier les *Brassica*, par les sinuosités de la marge et le mode de subdivision des nervures, les détails du petit réseau ramenant plutôt l'esprit vers ce qui existe chez les *Rumex* (1). Nous avons longtemps

(1) Les formes de *Rumex* les plus rapprochées seraient les *R. obtusifolius* et *Patientia* L., de la flore française, et le *R. nepalensis* Sprgl. — Certaines Atriplicées seraient

examiné cette curieuse empreinte (voy. Pl. 13, fig. 2), aidé dans cette recherche de l'expérience de notre ami M. E. Bureau et des conseils de M. Franchet, sans être parvenu à nous faire une conviction définitive sur l'attribution générique à adopter de préférence; c'est ce qui nous engage à appliquer provisoirement à l'espèce la dénomination de *Rumex brassicoides*. La figure que nous donnons permettra peut-être d'arriver à une exacte détermination du genre ou du moins de la famille dont elle a fait partie.

Dans le groupe exotique, trois catégories se partagent la prééminence: les Palmiers, les Laurinées et les Légumineuses. Mais, en dehors d'eux il faut tout d'abord fixer les yeux sur les Fougères, tellement elles présentent de traits significatifs. Parmi elles, le genre à la fois tropical et aquatique par son habitat des *Chrysodium* est représenté par deux espèces, dont l'une égale ou dépasse les proportions des plus grandes formes actuelles, en supposant que conformément à ce qui existe chez tous les *Chrysodium* vivants, elle ait possédé des frondes pinnées. Notre figure, pl. 12, fig. 1, reproduit un remarquable exemplaire de ce *Chrysodium*, *Ch. splendidum* Sap., que je dois à l'extrême obligeance de M[lle] Rostan et qui provient de Manosque; il en existe une autre semblable, recueilli à Céreste, dans la collection de l'École des mines. Nous serions porté à identifier notre *Ch. splendidum* avec les figures 2 et 4, pl. 12, du British éocène Fl. (1) de notre ami Gardner, réunies par lui à son *Chrysodium Lanzœanum* (Visiani), espèce plus petite que l'on observe également à Manosque associée à la précédente. Les autres Fougères, groupées autour de ce *Chrysodium*, ne manquent pas d'intérêt : nous figurons ici pour en donner l'idée, les *Pteris urophylla* Ung. (pl. 12, fig. 3 et 4, 13, fig. 5) et *radobojana* Ung. (pl. 13, fig. 6-7; un *Arpidium* de Céreste, *A. obtusilobum* Sap. (pl. 12, fig. 2), peu éloigné de l'*Aspidium Fischeri* Hr.; un fragment de fronde qui pourrait bien dénoter un *Davallia*, *D. tenera* Sap. (pl. 12, fig. 6); un autre de Céreste que nous rapportons sans invraisemblance aux *Microlepia* (pl. 12, fig. 5) et qui ressemble par ses moindres détails et la ténuité de ses subdivisions au *M. Schlechtendali* Mett., espèce bien connue de Bogota. Les espèces des mêmes gisements antérieurement signalées sont: *Lygodium Gaudini* Hr., — *Osmunda lignitum* Hr., — *Pteris pennæformis* H., — *Lastraea styriaca* Hr. C'est là un ensemble qui révèle assurément une physionomie et des tendances tropicales des mieux accusées.

Aux trois Palmiers : *Sabal major* Ung., *Flabellaria lacerata* Sap., *Phœnix pseudo-sylvestris* Sap., ce dernier touchant de près au *Ph. sylvestris* Roxb., des Indes orientales, si l'on joint l'affluence des Laurinées, aussi riches que variées, la présence des *Engelhardtia*, du *Magnolia Ludwigi* Ett., la fréquence des Sophorées (*Calpurnia pulcherrima* Sap., — *Virgilia macrocarpa* Sap.), Dalbergiées, Césalpiniées, Mimosées, on ne conservera aucun doute relativement à la prépondérance acquise à l'élément tropical dans cette flore, déjà si européenne par certains côtés. Nous pourrions nous

aussi à considérer, entre autres le *Beta maritima*. — Les feuilles de *Brassica* les plus analogues seraient celles du *B. chinensis*, L., des *Brassica cretica* Bord. et *Robertiana* J. Gay.

(1) Pars 1, Filices, p. 27.

attacher à faire ressortir ce contraste ; nous nous contenterons d'insister sur quelques points. Comme exemple de Légumineuse dénotant, soit une Dalbergiée, soit une Césalpinée, nous figurons ici deux fruits de Légumineuses (pl. 13, fig. 3-4), dont l'un (fig. 4) encore adhérent à l'axe de l'inflorescence et mutilé dans le haut; l'autre (fig. 3) à peu près intact. Tous deux sont encore involucrés à leur point d'attache sur le pédoncelle par débris du tube calycinal persistant; nous les plaçons parmi les *Cæsalpinites* à cause de leur conformité apparente avec les légumes des *Milletia* (*M. cinerea* Benth., des *Cæsalpinia*, *Copaifera*, etc. La difficulté même d'arriver à une détermination générique, lorsqu'on se trouve en présence de types d'affinité tropicale, doit être prise en considération. Nous avons parlé du *Magnolia Ludwigi*, bien reconnaissable à Manosque; mais à côté des feuilles de ce *Magnolia* et de quelques autres, à côté des Laurinées qu'il est au moins toujours possible de rapporter à l'ensemble de la famille, il existe à Manosque, comme à Céreste, une foule de feuilles dont l'attribution à un genre ou groupe déterminé ne saurait être que conjecturale, et ces feuilles justement accusent une physionomic plus ou moins tropicale. Nous avons voulu, pour mieux exposer les termes du problème à résoudre par le paléophytologue, figurer ici une de ces empreintes critiques, dont la détermination ne saurait être ni absolument rigoureuse ni tout à fait définitives.

Notre figure 1, pl. III, représente une très belle feuille de Manosque, recueillie par M. Juliani, de qui nous la tenons ; elle est largement arrondie, entière le long des bords, naturellement déformée dans le haut, soutenue par un long et robuste pétiole un peu dilaté inférieurement et légèrement gonflé au point où il se dégage du limbe. La nervation et les détails du réseau veineux conseilleraient, au premier abord, de reconnaître un *Ficus* dans cette feuille qui rappelle effectivement le type du *F. benghalensis* Roxb. et mieux encore du *F. venosa* Wild. (*F. leucosticta* Spr.); mais, en dehors des *Ficus*, si l'on s'adresse aux Artocarpées, on observe des formes et une nervation encore plus rapprochées de celles de l'empreinte fossile, avec l'*Artocarpus Lacucha* Roxb. et l'*A. integrifolia* L. D'autre part, en interrogeant les Monimiacées, on rencontre chez les *Ambora* (*A. leptophylla* Tul., *A. alternifolia*, etc.), des feuilles ayant avec celle que nous signalons une assez étroite ressemblance. Enfin, ayant eu recours à l'examen d'un groupe très éloigné de ceux dont il vient d'être question, celui des Araliacées, et considérant à la fois la structure du pétiole, le contour du limbe et la disposition des nervures de divers ordres, il nous a paru impossible de méconnaître l'affinité morphologique la plus étroite entre la feuille que nous décrivons et les folioles entières et largement arrondies du *Gastonia cutispongia* Lam., Araliacée de l'île Maurice, dont les feuilles pinnées, souvent réduites à trois folioles, présentent alors une terminale ayant absolument l'aspect et le pétiole de l'empreinte aquitanienne, que nous nommons *Gastonia Julianii*, en souvenir de celui qui l'a rencontrée. — On voit par là combien il faut de recherches et de tâtonnements pour arriver à se faire une idée juste des éléments d'une flore, dont le fond était encore constitué par des éléments refoulés depuis bien au delà des limites méridionales de notre continent. Nous appliquerions sans peine les mêmes remarques à d'autres feuilles, qui malgré

l'extrême beauté de conservation de leur réseau veineux pouvaient être rangées sans anomalie dans des genres très différents et rapportées à divers groupes actuellement extraeuropéens, tels que ceux des Monimiacées, Rubiacées, Anonacées, Dilléniacées, Malpighiacées, Combrétacées, etc. Beaucoup de plantes de cette catégorie ont été décrites par Unger dans son *Sylloge* (1) et déterminées par cela même très approximativement, bien que, prises en masse, elles témoignent de l'affluence relative de l'élément tropical, dans l'Europe de l'âge que nous considérons.

Avant de poursuivre, nous avons à mentionner une intéressante notice de M. Fliche sur les *Plantes oligocènes* des environs de Mulhouse, dont le gisement exploré par Schimper a été l'objet par M. Fliche de recherches nouvelles, et sur lequel ce savant prépare un travail d'ensemble destiné, nous l'espérons, à une prochaine publicité.

Les gisements de plantes fossiles équivalant à l'horizon mollassique ou miocène propre sont assez peu répandus en France, en sorte que la riche flore helvétienne, publiée par Heer comble jusqu'ici, pour notre pays, une sorte de lacune entre l'aquitanien et le miocène récent. Mais, vers ce dernier niveau et lui du mio-pliocène, les flores locales reparaissent sur divers points du territoire français et s'échelonnent ensuite à travers le pliocène, jusqu'au quaternaire inclusivement. Certaines de ces flores partielles ont été l'objet de travaux dont nous signalerons les plus récents. — Nous devons à M. l'abbé Boulay une notice sur la flore tertiaire des environs de Privas, Mont-Charay, Rochesauve, Pourchères (2), que l'auteur range sur l'horizon exact de celle d'Œningen. Il énumère un total de 119 espèces déterminées, parmi lesquelles certaines, telles que le *Callitris Brongnartii* Endl. et le *Sequoia Langsdorfii* Hr., le *Laurus primigenia* Ung., les *Cinnamonum polymorphum* Hr., *Buchii* Hr. et *Scheuchzeri* Hr., le *Berchemia multinervis* Hr., l'*Engelhardtia ultima* Sap., remontent jusque là d'un niveau très inférieur, tandis que d'autres annoncent le pliocène ou se rattachent même sans effort à des formes actuellement vivantes. Il en est ainsi des *Carpinus orientalis* Lam, — *Ostrya carpinifolia* Scop., — *Betula subpubescens* Gœpp., — *Castanea atavia* Ung., — *Quercus mediterranea* Ung., — *Salix cinerea* L., — *Populus tremulæfolia* Sap., — *Ulmus Cocchii* Gaud., — *Laurus canariensis* Web., — *Fraxinus Ornus* L., — *Viburnum rugosum* Pers. — *Vitis prævinifera* Sap., — *Acer pseudocampestre* Ung., — *Pterocarya denticulata* Hr., — *Cercis siliquastrum* L. var. *elliptica* Boul., qui tous diffèrent peu des formes actuelles correspondantes ou se confondent entièrement avec celles-ci. Certaines espèces de M. l'abbé Boulay constituent de curieuses raretés, en admettant la légitimité de leur attribution : il en est ainsi du *Cedrus vivariensis* Boul., basé sur des semences non douteuses, du *Zizyphus quadriloba* Boul., du *Rosa Charayrei* Boul., du *Ficus flexuosa* Boul., du *Celtis auriculata* Boul., dont l'auteur établit les caractères, mais sans les avoir encore figurés. On constate dans tous les cas la réduction très graduellement opérée, il est vrai, de l'élément d'affinité tropicale et le développement corrélatif de celui

(1) *Syll. pl. foss., pugillus tertius et ult.* Wien, 1866.
(2) *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XXXIV, 1887, p. 227, 239 et 255, 279.

qui est destiné à se maintenir sur notre sol, en obtenant la prépondérance en Europe. Ce mouvement ne cesse de s'accentuer à mesure que l'on avance dans le pliocène.

C'est immédiatement au-dessus de la flore précédente que nous plaçons celle des couches lacustres à empreintes végétales de Cerdagne, publiée en 1885 par M. Rérolle (1) dans un mémoire consciencieux. L'auteur range cette flore sur l'horizon miocène le plus élevé, soit à l'extrême base du pliocène, soit à la hauteur du messinien ou mio-pliocène. Il énumère et décrit une quarantaine d'espèces, figurées avec soin, et fait ressortir la situation du gisement à une altitude qui ne saurait avoir beaucoup varié depuis sa formation. Cette circonstance nous introduit au sein de la région pyrénéenne dont elle nous montre la végétation, un peu après le milieu des temps tertiaires. Les bouleaux, les aunes, les charmes s'écartent peu de ceux que l'Ardèche vient de nous montrer. La présence des *Populus tremula* et *canescens*, d'un *Quercus* du type des *Ilex*, de plusieurs *Zelkova*, d'un *Trapa* (*T. ceretana* Rér. prob. *Trapa silesiaca* Gœpp.) ne saurait être douteuse. Le hêtre, représenté par plusieurs feuilles et même par son fruit, paraît être être un compromis entre le *Fagus pristina* Sap., de l'aquitanien de Manosque, et le *F. pliocenica* Sap., des cinérites du Cantal. Ce type semble, en Europe, s'être acheminé peu à peu vers la forme qui le distingue de nos jours, à travers une série de modifications locales et successives. L'*Abies Saportana* Rér. se rapproche sensiblement de la forme principale recueillie dans le Cantal par M. Rames et qui se rapproche plus ou moins de l'*A. numidica* actuel. Trois groupes principaux attirent l'attention : les chênes qui se rattachent sans effort au type encore espagnol du *Quercus lusitanica* Web., les tilleuls dont la forme la plus répandue, *T. Vidalii* Rér. touche au *Tilia argentea* Desf., finalement les érables comprenant au moins 5 espèces dont les unes sont un acheminement vers l'*A. opulifolium* Vill., tandis que d'autres ressemblent au type bien connu de l'*Acer trilobatum* miocène, et que l'*Acer lætum* C.-A. Mey, si répandu dans tout le pliocène et si aisément reconnaissable, se trouve présent comme à Sinigaglia. L'élément exotique ou d'affinité tropicale tend à s'effacer, et cependant il est représenté par un *Cinnamomum* (*C. polymorphum* Hr., par l'*Oreodaphne Heerii* Gaud., par un *Ficus* fort curieux (*Ficus* Sp. Rér.), enfin par le *Juniperus drupacea* Lab. *pliocenica*, tandis que le *Buxus sempervirens* L., de même qu'à Meximieux, atteste sa présence par plusieurs feuilles, et qu'une foliole accompagnée d'un chaton mâle dénote l'existence d'un *Juglans* que rien ne sépare de notre *J. regia* L.

D. — *Période pliocène.*

La flore de Cerdagne mène naturellement à celle de Vaquières, non loin de Théziers (Gard), sur laquelle, de concert avec M. Tournouër et en collaboration avec M. A. Marion, nous avions publié une notice en 1874 (2), et dont

(1) Voy. *Et. sur les vég. foss. de Cerdagne*, par Louis Rérolle ; extr. de la *Revue des sc. nat.*, Montpellier, 1885.

(2) *Sur les couches sup. à la moll. mar. du bassin de Théziers et sur les pl. foss.*

l'étude a été reprise dernièrement par M. l'abbé Boulay, dans un mémoire accompagné de sept planches (1). — A la suite d'une nouvelle exploration du gisement, M. l'abbé Boulay a ajouté plusieurs espèces nouvelles aux douze que nous avions signalées originairement. Le nombre total, en tenant compte des dernières adjonctions, s'élèverait à près de cinquante espèces, parmi lesquelles seraient compris les *Quercus pseudo-suber* Santi, *Q. Ilex* L., *Q. coccifera* L., *Castanea atavia* Ung., *Laurus nobilis* L. et *canariensis* Web., *Nerium Oleander* L., *Fraxinus Ornus* Lam., *Phyllirea media* L. et *latifolia* L., *Ilex canariensis* Poir., *Acer opulifolium* Will. et *creticum* Sp., représentés par des formes identiques ou subidentiques à celles de l'ordre actuel qui portent les mêmes noms. Aux espèces miocènes que nous avions mentionnées : *Osmunda bilinica* Ett., *Glyptostrobus europæus* Hr., *Smilax grandifolia* Ung., les recherches de M. Boulay ont ajouté le *Platanus aceroides* Gœpp., le *Sassafras Ferretianum* Mass., le *Liquidambar europæum* Al. Br., le *Carpinus grandis* Ung., enfin le *Liriodendron Procaccinii* Ung., dont il n'est pas nécessaire de faire ressortir l'importance. Toutes ces espèces se retrouvent à Sinigaglia, et trois servent à rejoindre le gisement de Théziers à celui de Meximieux. Il n'est pas inutile d'ajouter que cette liaison n'enlève rien à ce que nous avions avancé à l'égard des trois zones, l'une voisine du niveau de la mer d'alors, l'autre plus avancée vers l'intérieur des terres, la dernière enfin soumise à l'influence de l'altitude, que l'étude combinée des marnes de Théziers, des tufs de Meximieux et des cinérites du Cantal permettent de reconnaître et d'interroger. C'est là un fait dépendant de la situation même des trois catégories de gisements, et il n'était jamais venu à notre pensée d'admettre que ces trois zones présumées se trouvassent séparées l'une de l'autre par des limites absolument tranchées. Elles n'existaient pas moins, et les découvertes de M. Boulay contribuent à accentuer leurs caractères respectifs, en faisant voir que, très rare à Meximieux, le *Platanus aceroides* hantait de préférence les plaines de la vallée du Rhône ; tandis que deux *Smilax*, deux aûnes particuliers, l'ancêtre de notre *Fraxinus Ornus*, des chênes encore spéciaux à la zone méditerranéenne (*Q. pseudo-suber* Santi, *Q. ilex* L., *Q. coccifera* L.) et avec eux des Célastrinées (*Celartrus gardonensis* L. et M.), des *Phyllirea*, sans oublier notre *Arundo*, très légitimement déterminé, composent un ensemble assurément distinct à plusieurs égards de celui que présente la flore de Meximieux, enrichie tout récemment d'un *Quercus* à très larges feuilles, à lobes marginaux obtus, et d'un *Ilex* dont le plus proche analogue est l'*Ilex trifurcata* Lindl., de la Chine.

La riche végétation comprise dans les Cinérites du Cantal, explorée avec tant de succès et d'intelligence, joints à tant de dévouement pour la science, par notre ami M. Rames, représente la contrepartie montagnarde et forestière de celle de Meximieux. Elle nous révèle la composition des rideaux qui couvraient, au-dessus d'un certain niveau, les flancs et la croupe des

de Vaquières, par MM. G. de Saporta et A.-F. Marion, avec deux planches de végétaux et une de coquilles; extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 272, séance du 4 mai 1884.

(1) *Mém. de l'Acad. de Vaucluse*, t. VIII, 1889, 3e trim. — *La fl. plioc. des eaux de Théziers* (*Gard.*), par M. l'abbé Boulay, membre corresp. de l'Ac. de Vaucluse.

massifs du Cantal, alors en pleine activité volcanique. Les cendres éruptives, accumulées et durcies ont empâté tous les débris de plantes qui jonchaient le sol ou qui les entraînaient au pied des escarpements, et que les matières rejetées à l'état de détritus ponceux ou de poussières stratifiées enveloppaient en les préservant. Depuis le premier travail publié par nous sur la flore des Cinérites, les recherches de M. Rames, loin de s'arrêter, n'ont cessé de nous fournir des documents nouveaux, quelques-uns des plus précieux, et le nombre des gisements s'est accru de ceux de Niac, de Chambeuil, du Roc-de-Cuze, de la Sabie, que nous ne connaissions pas originairement.

La *Mougudo* a fourni, entre autres nouveautés, les feuilles d'une Cypéracée, triplissées, de grande taille, à plis médian et latéraux très marqués, comparable par ses proportions au seul *Carex maxima* Scop., indigène, et, parmi les fossiles, aux *Cyperites plicatus* F. O. et *Custeri* Hr., de la flore mollassique Suisse (1). Le même gisement a encore donné une famille d'*Acer* d'une remarquable beauté de conservation, dans laquelle il est naturel de reconnaître à première vue l'*Acer Magnini* Rér., de la flore de la Cerdagne (2). Cet érable offre une remarquable analogie, je dirai plus, une étroite affinité morphologique avec l'*Acer cratægifolium* Sieb. et Zucc. Il est un nouvel exemple de la liaison qui se manifeste de tant de façons entre la végétation miopliocène de l'Europe et celle qui caractérise l'extrême Asie actuelle.

Du nouveau gisement de la Sabie, dont la roche ressemble à celle de Saint-Vicent et qui comprend à peu près les mêmes espèces que la dernière localité, nous avons reçu, outre des exemplaires de *Sassafras Perretianum* Mass. et de *Lindera latifolia* Sap., d'une ampleur inusitée, une feuille complète et d'une beauté parfaite de notre *Vitis subintegra* Sap. (3). Cette vigne est assimilable par la forme et l'aspect gaufré de ses feuilles au *V. amurensis*, ainsi qu'aux formes entières du *V. Thunbergii* Sieb. et même au *Vitis lanata* Roxb.

Dans une note insérée, en 1887, aux Comptes rendus de l'Académie des sciences (4), nous avons donné un aperçu des deux flores de Niac et de Chambeuil. La première présente une curieuse association pleine de contrastes et que montrent bien rarement les plantes fossiles. Au *Smilax mauritanica* Desf., aux *Acer lætum* C. A. Mey. *pliocenicum* et *opulifolium* Vill., à un *Laurus* du type *nobilis*, à des formes de *Fagus* touchant de près à notre

(1) Heer: *Fl. tert. Hebr.*, I, p. 75 et 76, tab. 28, fig. 2 et 9. — Ce sont peut-être des lambeaux de ces feuilles, réunies et plus ou moins étalées qui auront donné lieu à la présomption qui porte M. l'abbé Boulay à admettre l'existence d'un *Chamærops* dans les Cinérites du Cantal (Voy. *Notice sur la fl. tert. des env. de Privas.* — *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIV, p. 235). — Au moment de l'impression, nous recevons de M. Boulay de nouveaux détails, avec documents à l'appui, qui prouvent que c'est par erreur que nous avons considéré notre *Vitis prævinifera* et les *Quercus preilex* Sap., *palæocerris* Sap., *subcrenata* Sap., comme provenant de Charay. Ces espèces appartiennent en réalité au gisement de Rochesauve, peu distant du premier et placé sur le même horizon géognostique.

(2) *Vég. foss de la Cerdagne*, p. 76, pl. 13, fig. 1, 3.

(3) Voyez dans l'*Évol. du règne vég. — Phanérogames*, II, p. 175, une feuille figurée de cette espèce.

(4) *Sur quelques types de Fougères tert. nouvell. obs. — Comptes rendus de l'Ac. des sc.*, t. CIV, séance du 4 avril 1887.

F. sylvatica et accompagnées d'involucres fructifères ne différant de ceux de l'espèce moderne que par la longueur proportionnelle du pédoncule, au *Pterocarya fraxinifolia* Spr., à un *Salix* voisin du *S. alba* L., se joignent le *Corylus insignis* Hr., deux *Viburnum* dont l'un confine au *V. Tinus* L., enfin plusieurs feuilles de plantes herbacées : *Ranunculus*, *Parnassia*, et un *Hedera* remarquable par l'exiguité de ses feuilles. A cet ensemble s'ajoutent trois Fougères : l'une est un *Aspidium* assimilable à des formes tertiaires du genre, la seconde un *Asplenium* du type *Diplazium*, et la troisième, plus difficile à déterminer et que nous reproduisons ici (fig. 60), rapprochée d'abord par nous des *Polybotrya*, mais dans laquelle, sans rien affirmer de certain, nous pensons reconnaître les restes d'un *Trichomanes*.

Fig. 60. — *Trichomanes? asplenieforme* Sap. ; grandeur naturelle ; fragment de fronde attribué avec doute à un *Trichomanes*, d'après un échantillon de Niac, recueilli par M. B. Rames.

A Chambeuil, dont la roche est une sorte de tuf ponceux à pâte fine, tendre et grisâtre, l'espèce dominante est un Pin à trois feuilles, *Pinus Ramesiana* Sap. dont les cônes, par la saillie apophysaire de leurs écailles et la forme subpyramidale du strobile, paraît tenir le milieu entre le *Pinus canariensis* D. C. et les *Pinus longifolia* Lamb. et *Gerardiana* Wall., de l'Himalaya. Il est assurément curieux d'avoir à constater sur le sol français, à une époque relativement récente, la présence d'un type aussi nettement extra-européen que celui dont nous venons de parler.

On observe encore à Chambeuil : un *Laurus?*, un *Sassafras* à lobes plus étroits que ceux du type le plus ordinaire; deux *Viburnum* nouveaux; mais l'espèce de Chambeuil la plus intéressante est une Fougère à laquelle nous consacrons ici une planche entière (Pl. 14) et plusieurs figures, tellement elle accuse des caractères étrangers à ceux de toutes les formes que possède notre continent. Nous avons signalé cetie Fougère, dans la note insérée aux Comptes rendus, sous le nom provisoire d'*Heteroneuron cantalense*, en l'assimilant par cela même à un type du groupe des Acrostichées, dont notre fossile affectait en effet l'apparence. Mais notre opinion a changé, depuis qu'une étude comparée du réseau veineux, dont nous reproduisons les moindres détails, et la présence d'une marge denticulée ont enlevé au rapprochement adopté par nous en premier lieu toute vraisemblance. Il nous a paru que les frondes des Acrostichées, généralement entières ou autrement denticulées le long des bords, présentaient en outre des mailles appendiculées, caractère que l'on n'observe pas dans le réseau veineux de notre fossile. Au contraire, en nous reportant à une section distraite des Pteris propres par Presl, sous le nom de *Litobrochia* et aujourd'hui presque entièrement tropicale, si l'on compare les frondes pinnatisèques, à segments confluents vers le haut, de l'espèce de Chambeuil, dont nous figurons, pl. 14, les principales empreintes, avec les formes actuelles des *Litobrochia*, on voit qu'elles se placent très naturellement auprès de celles du *Pteris gigantea* Wild., espèce

de Vénézuela. Le *Pt. comans* Fosbt. (*Litobrochia comans* Presl) offre les mêmes rapports que l'on retrouve, bien qu'à un moindre degré dans le *Pteris* (*Litobrochia*) *podophylla* Sw. — Si l'on repoussait le rapprochement que nous indiquons, comme n'étant pas appuyé sur la présence des parties fructifiées, nous ne voyons, en dehors des formes que nous venons de citer, que le seul *Woodwardia angustifolia* J. M., de l'Amérique du Nord, dont on pourrait invoquer la ressemblance; mais celle que nous venons de marquer avec les *Litobrochia* nous semble à la fois la plus naturelle et la plus frappante, à

Fig. 61 et 62. — A gauche, *Ilex Boulei Sap.*, forme ancestrale présumée de l'*Ilex aquifolium L.*, avec une macule en *a*, rapportée par M. Patouillard à un champignon parasite du genre *Phillosticha*; grandeur naturelle. — A droite, une feuille de l'*Ilex aquifolium* pour servir de terme de comparaison avec la feuille fossile.

moins qu'on ne s'arrêtât à l'hypothèse d'un genre pliocène, entièrement disparu.

Dans les mêmes gisements pliocènes, à des types aussi franchement exotiques, se trouvent associées des formes qui dénotent au contraire les ancêtres directs, à peine différenciés, des espèces qui vivent encore sous nos yeux. C'est bien ce que fait voir une curieuse empreinte de la Mougudo, que nous avons reçue en communication de M. Boule et qui représente une feuille d'*Ilex*, repliée sur les bords, avec les lobes épineux divariqués en sens inverse l'un de l'autre. Cet *Ilex* pliocène, *I. Boulei* Sap., diffère très peu par l'aspect, le contour et la terminaison supérieure, de notre *Ilex aquifolium*; il ne se distingue réellement de celui-ci, comme le prouve la feuille vivante placée par nous auprès de la fossile, que par des lobes épineux moins

nombreux de moitié, quatre paires au lieu de huit en moyenne de chaque côté de la feuille (fig. 61 et 62). C'est là une trop faible différence pour donner à croire que notre *Ilex Boulei* soit autre qu'une forme ancestrale, peut-être une race locale dépendant du type que l'*Ilex aquifolium* représente au sein des bois européens de nos jours.

La feuille fossile porte en outre deux traces de parasites, l'une parfaitement nette (fig. 4, en *a*) et sur la nature desquelles nous avons consulté M. Patouillard, un spécialiste dont le nom fait autorité. Sa réponse nous a appris « que les deux traces appartenaient à la même espèce, la plus petite étant un état jeune de la plus grande. » Cette dernière, bien visible sur notre figure, « est elle-même un état jeune et encore stérile ; elle se rapporte, comme l'autre, à un champignon du genre *Phyllosticha*, genre caractérisé par des périthèces naissant en grand nombre sur une *tache* superficielle, entourée soit d'une auréole, soit d'un bourrelet ou d'une dépression qui délimite la partie périthécigère et précède l'apparition des périthèces. C'est le cas que présente la feuille fossile dont la tache se trouve circonscrite par le sillon qui cerne la cuticule encore intacte et sans trace de périthèces. » Selon M. Patouillard, l'espèce de *Phyllosticha* à laquelle la forme fossile doit être rapportée n'existerait plus sur les *Ilex* européens ; mais il aurait observé au Muséum, sur des *Ilex* de la Chine, des taches analogues non encore décrites.

Il nous reste à mentionner, avant de prendre congé du tertiaire, les tufs à empreintes végétales de la Valentine et de Saint-Marcel, dans la banlieue de Marseille, dont notre ami M. Marion a fait récemment une étude très suivie, et entrepris une exploration attentive. La végétation de ces tufs est encore bien éloignée à certains égards de celle qui existe actuellement aux mêmes lieux ; elle dénote plus de chaleur égale, et aussi plus d'humidité, comme l'abondance seule des eaux courantes auxquelles sont dues ces masses travertineuses le donne à présumer. En attendant la publication de cette flore, nous nous contenterons de mentionner, à titre de nouveauté remarquable, la découverte de plusieurs cônes du *Pinus halepensis* Mill., déjà présent sur les collines, tandis qu'un palmier à feuilles flabellées plus amples que celles du palmier de Chusan ou *Trachycarpus*, mais se rapportant au même type, ornait encore les stations abritées et fraîches de la région. Enfin, au *Quercus pseudo-suber* Santi, à divers Peupliers et Lauriers, au *Nerium Oleander*, au *Cercis siliquastrum* L., qui abondaient au bord des anciennes eaux, il faut joindre un *Magnolia*, dont les divers organes heureusement recueillis et habilement reconstitués marquent la place auprès du *M. Yulan* Desf., espèce chinoise bien connue.

Nous devons à MM. Beicher et Fliche une étude des bois silicifiés de Tunisie et d'Algérie, rapportés par M. Ph. Thomas, à la suite d'une mission scientifique dont il avait été chargé. M. Thomas, dans une note insérée aux *Comptes rendus de l'Ac. des sc.* (1er oct. 1888), rapporte à l'horizon du pliocène la formation d'où proviennent ces bois, en la synchronisant avec la formation lacustre des environs de Constantine. M. Bleicher, dans sa note, communiquée à la même date, insiste sur l'unité de composition de toutes les roches à bois silicifiés et affirme leur extension probable jusque

dans le Maroc. Quant à M. Fliche, l'étude à laquelle il s'est livré sur les bois à Mêmes lui a permis de reconnaître un *Araucarioxylon*, *A. ægypticum* Kr., déjà signalé en Égypte, une tige de Bambusée, *Bambusites Thomasi* Fl., enfin plusieurs bois de Dicotylées, assimilables à ceux des *Ficus*, des *Acacia*, etc. Cet examen confirme l'attribution à un seul et même niveau et à une cause semblable de l'ensemble des bois pétrifiés si abondants dans tout le nord africain, des environs du Caire au fond du Maroc.

E. — *Période quaternaire.*

Le même M. Fliche avait porté son attention sur les lignites quaternaires de Jarville, près de Nancy, dans une note déjà ancienne (10 mai 1875), en y signalant la présence de l'*Alnus viridis* D. C., du *Pinus montana* Du Roi, du *Larix europæa* D. C., du *Picea excelsa* Link., etc. Il a depuis (3 déc. 1883) exploré sur le même niveau les lignites de Bois-l'Abbé, près d'Épinal, qui renferment à peu près les mêmes espèces, en remarquant que pour rencontrer une flore semblable, il faut maintenant s'élever beaucoup plus sur la chaîne des Vosges.

Ces recherches ont été poursuivies et complétées par des travaux sur les tufs quaternaires de la même région, dus à M. Fliche, soit seul, soit avec la collaboration de M. Bleicher. Dans son *Ét. paléontol. sur les tufs de Resson* (1), M. Fliche a fait ressortir le caractère de la flore dénotant une plus grande humidité qu'aujourd'hui aux mêmes lieux, et la présence d'une association forestière assez différente, par suite de l'exclusion d'un certain nombre d'espèces qui n'habitent plus l'Aube à l'état spontané : *Betula alba* var. *papyrifera* Sp., *Alnus incana* D. C., *Salix cinerea* L., *Juglans regia* L., *Buxus sempervirens* L., *Acer opulifolium* Vill. Ces espèces sont par contre généralement répandues et en partie caractéristiques lors du quaternaire ancien, âge auquel M. Fliche rapporte sans hésitation les tufs de Resson. Dans une note plus récente (2), l'auteur arrive à des résultats à peu près concordants, en constatant l'influence d'une humidité plus froide sur l'association végétale, à un âge relativement plus récent. Il inclinerait même à admettre des oscillations climatériques de nature à affecter les phénomènes de la vie générale et correspondant à des alternances de périodes plus égales ou plus froides, dont la dernière aurait coïncidé avec l'homme magdalénien.

Un mémoire plus étendu, par lequel nous terminerons une revue déjà longue, est celui de MM. Bleicher et Fliche (3) intitulé : *Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du N.-E. de la France.* Il résume tous les résultats obtenus jusqu'à ce jour dans cette région du territoire français.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 3e série, t. XII, p. 6, 1883.
(2) *Bull. de la Soc. des sc. de Nancy*; — *sur les tufs et les tourbes de Lasnez, près de Nancy.*

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 3e série, t. XVII, p. 566; 1889. — Il existe encore une note de MM. Bleicher et Fliche sur la *Flor. plioc., du Monte-Mario* à Rome. Elle contient des détails intéressants sur les espèces de ce gisement, identiques pour la plupart avec celles du Val-d'Arno décrites antérieurement par M. Ch.-Th. Gaudin.

Les tufs passés en revue sont ceux de Pont-à-Mousson, où dominent plusieurs Saules (*Salix cinerea* L., et *caprea* L.), le *Populus tremula* L., le *Quercus pedunculata* Ehrh., le *Corylus Avellana* L., les *Tilia parvifolia* et *grandifolia* Ehrh., etc.; — ceux de la Sauvage avec les *Taxus baccata* L., les *Acer pseudo-platanus* L., et *platanoides* L., les *Tilia grandifolia* Ehrh., *Fraxinus excelsior* L., etc.; — ceux de la Perle comprenant les *Salia cinerea* L., *Populus nigra* L., *Betula verrucosa* Ehrh., et *pubescens* Ehrh., *Corylus Avellana* L., *Quercus pedunculata* Ehrh., de plus le *Juglans regia* L., et même le *Ficus carica* L., et le *Cercis siliquastrum* L. — Le synchronisme de ces flores avec celles de Moret, près de Paris, et de la France méridionale, ressort de cet exposé, qui démontre en même temps la persistance d'un climat doux et humide jusque dans le nord de la France, pendant la première moitié du quaternaire. Les tourbes et tufs, certainement postérieurs de Lasnez, montreraient par contre la transition vers un âge plus rapproché du nôtre, sous l'influence d'un climat toujours humide, mais beaucoup moins tempéré, s'abaissant même par intervalles au-dessous de ce qu'il est aux mêmes lieux à l'époque actuelle.

En nous amenant pas à pas jusqu'au moment où l'homme commence à se répandre en Europe, tandis que la végétation de notre continent ne diffère plus de celle de l'état vivant que par de très faibles nuances, tenant au mode de distribution des formes locales, notre étude, consciencieuse au point de vue des travaux paléophytologiques publiés en France, nous a fourni en même temps l'occasion de résumer en un petit nombre de pages la marche générale et les étapes successives du monde végétal. Nous l'avons vu se compléter lentement par l'adjonction de certaines catégories d'abord absentes ou du moins rejetées sur les derniers plans, puis par le développement et la complexité croissante de ces mêmes catégories, particulièrement de celle des Dicotylées qui maintenant et depuis longtemps comprennent à elles seules la grande majorité du règne végétal tout entier. Mais, en même temps, ne l'oublions pas, à mesure que celui-ci s'enrichissait de nouvelles acquisitions, il s'appauvrissait, d'autre part, en éprouvant des pertes; et ces pertes successives, ces appauvrissements partiels n'ont nulle part, sauf pourtant dans l'extrême Nord, été plus sensibles que dans nos pays, où par le concours de plusieurs circonstances réunies, par l'influence de l'abaissement climatérique, aussi bien que par une disposition géographique défavorable, et aussi, nous le croyons, par les effets matériels de l'envahissement des glaciers, la végétation d'abord très riche et demeurée plus tard opulente, en dépit de certaines éliminations, a été ensuite et définitivement dépouillée d'une partie notable des éléments qu'elle conservait encore, même dans un âge relativement peu reculé, comme le pliocène. Ces éléments ainsi éliminés, une partie d'entre eux a été perdue à tout jamais; mais plusieurs autres, nous avons pu le constater, se retrouvent en Asie, sous une latitude correspondante, soit dans la Chine, soit au Japon. — Plus les recherches se perfectionneront et les études se compléteront, plus aussi

avanceront nos connaissances encore à leur début sur l'origine de nos principales formes et sur les liens généalogiques soit directs, soit collatéraux, qui les rejoignent à celles des âges antérieurs, retrouvées à l'état fossile.

Marquis DE SAPORTA.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 11.

Fig. 1. — *Osmunda Gerini* Sap., sommité de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 1^{a}. — Une pinnule du même échantillon, grossie.

Fig. 2. — *Trichomanes Bayeanum* Sap., portion de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 2^{a}. — Une pinnule grossie, pour montrer la forme des lobes et la disposition des nervures.

Fig. 3. — *Adiantum sezannense* Sap., portion de fronde, grandeur naturelle.

Planche 12.

Fig. 1. — *Chrysodium splendidum* Sap., sommité d'une fronde simple ou plus probablement moitié supérieure d'une foliole, grandeur naturelle.

Fig. 1^{a} et 1^{b}. — Réseau veineux sous deux grossissements, pour montrer la forme et la disposition des mailles de ce réseau.

Fig. 2. — *Aspidium obtusilobum* Sap., fragment de penne, grandeur naturelle.

Fig. 2^{a}. — Portion du même échantillon, grossie.

Eig. 3 et 4. — *Pteris urophilla* Ung., fragments de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 5. — *Microlepia multisecta* Sap., fragment de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 5^{a}, 5^{b} et 5^{c}. — Diverses portion du même échantillon, grossie.

Fig. 6. — *Davallia tenera* Sap., fragment de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 6^{a}. — Portion du même échantillon, grossie.

Planche 13.

Fig. 1. — *Gastonia Julianii* Sap., feuille complète, ou plus probablement foliole d'une feuille composée, grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Rumex brassicoides* Sap, feuille grandeur naturelle.

Fig. 3. — *Cæsalpinites conspicuus* Sap., légumes monospermes et pédicellés, dont l'un encore attenant au rameau de l'inflorescence, grandeur naturelle.

Fig. 5. — *Pteris urophylla* Ung., fragment de fronde, grandeur naturelle.

Fig. 6 et 7. — *Pteris radobojana* Ung., fragments de fronde, grandeur naturelle.

Planche 14.

Fig. 1-5. — *Litobrochia cantalensis* Sap., diverses portions de frondes, grandeur naturelle.

Fig. 4a. — Segment grossi, pour montrer la disposition du réseau veineux.

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION
DE LA VALLÉE D'AURE
(HAUTES-PYRÉNÉES)

Par M. Gaston BONNIER (Fin).

III. — COMPARAISON AVEC LES AUTRES FLORES.

Je ne m'étendrai pas longuement sur cette dernière partie de mes études sur la vallée d'Aure, car je compte publier prochainement un travail d'ensemble sur la comparaison de la végétation des Pyrénées avec celle des Alpes.

Je signalerai, cependant, les résultats généraux de la comparaison que l'on peut faire entre la végétation que nous venons d'étudier et celle des autres parties des Pyrénées ou celle des Alpes françaises.

Au point de vue de la distribution relative des espèces, la flore de la vallée d'Aure présente à peu près les mêmes caractères généraux que la flore des vallées voisines des Pyrénées centrales. On n'y voit cependant que rarement le Buis (*Buxus sempervirens*) envahir complètement les pentes des montagnes et modifier complètement la végétation, comme dans la vallée de Luz par exemple. D'ailleurs l'extension du Buis varie beaucoup dans les diverses vallées des Pyrénées : cet arbuste si abondant à Luz, à Saint-Sauveur, Gèvre et Gavarnie, fait complètement défaut dans la vallée voisine, celle de Cauterets.

Comme les flores des autres vallées des Pyrénées centrales, la flore de la vallée d'Aure n'est pas sensiblement modifiée par son contact avec la flore du versant espagnol, dont elle est séparée par les hautes cimes de la chaîne centrale des Pyrénées. Cette

flore est, au contraire, remarquable par son mélange avec la flore des plaines du sud-ouest de la France, et nous avons vu, même un certain nombre de plantes méridionales, venir s'établir en petites colonies sur les flancs des montagnes bien exposés, jusqu'au-dessus de 1000 mètres d'altitude et même parfois jusqu'au milieu de la région subalpine dans le Rioumajou.

D'autre part, les plantes de plaines qui se répandent dans la région inférieure des montagnes, s'étendent sur les versants exposés au Sud, dans toute la région subalpine et vont même se mêler en grand nombre aux espèces de la région alpine. A ce propos, l'on a pu remarquer combien est importante l'influence de l'exposition des versants. Il ne faudrait pas croire que les limites végétales sont simplement relevées sur les versants sud par rapport aux altitudes qu'elles occupent sur les versants nord, ainsi que cela a lieu dans les Carpathes, les Vosges ou les Alpes septentrionales. Ici la modification due à l'exposition est plus profonde, l'influence s'exerce non seulement sur les limites d'altitude des espèces, mais encore sur leur distribution relative. C'est ainsi que nous avons vu cette sorte d'intrication des trois principales zones végétales sur les pentes méridionales, tandis qu'elles se séparent nettement les unes des autres sur les pentes exposées au Nord.

La distribution des espèces en altitude est d'ailleurs très différente dans les Pyrénées centrales et dans les Alpes par exemple. Pour ne parler que d'espèces très répandues, les grandes étendues couvertes de *Pteris aquilina* ou de *Calluna vulgaris*, à la base de la région alpine sont très caractéristiques.

La première de ces deux espèces ne s'observe en général, dans les Alpes, qu'au-dessous des sapins, la seconde est rarement aussi abondante que dans les Pyrénées.

Quant aux espèces de plaines qui s'élèvent jusqu'aux hautes altitudes, si l'on compare la liste que j'ai donnée plus haut, avec celles des espèces de plaine s'élevant dans la région alpine de la chaîne du Mont Blanc (1), on sera frappé du grand nombre

(1) G. Bonnier: *Etudes sur la végétation de la Vallée de Chamonix et de la chaîne du Mont Blanc* (Revue générale de Botanique, 1889, p. 33).

d'espèces communes à ces deux listes. Toutefois, au point de vue de leur fréquence, il n'y a pas de rapprochement à établir : sur la chaîne du Mont Blanc, les espèces de plaine l'emportent de beaucoup sur les plantes alpines dans la lutte pour l'existence ; dans la vallée d'Aure ce sont, au contraire, ces dernières qui sont les plus nombreuses.

Si l'on compare la flore d'une vallée des Pyrénées centrales telle que la vallée d'Aure à celle des autres régions montagneuses, le nombre des espèces caractéristiques des Pyrénées n'est pas très considérable, comparativement au nombre total des espèces alpines et subalpines.

Pour la vallée d'Aure, j'ai dressé la liste suivante des espèces types caractéristiques en même temps exclusivement ou presque exclusivement pyrénéennes :

Iberis spathulata.
Viola cornuta.
Reseda glauca.
Alsine cerastiifolia.
Cerastium pyrenaicum.
Geranium cinereum.
Oxytropis pyrenaica.
Vicia pyrenaica.
Potentilla alchimilloides.
Saxifraga ascendens.
Saxifraga ajugæfolia.
Saxifraga longifolia.
Saxifraga aretioides.
Buplevrum angulosum.
Molospermum cicutarium.
Eryngium Bourgati.
Galium papillosum.
Galium Lapeyrousianum.
Asperula hirta.
Valeriana pyrenaica.
Valeriana globulariæfolia.
Senecio Tournefortii.
Achillea pyrenaica.
Carduus carlinoides.
Rhaponticum cynaroides.
Jurinea pyrenaica.
Soyeria lampsanoides.
Androsace pyrenaica.
Gentiana Burseri.
Ramondia pyrenaica.
Scrofularia pyrenaica.
Pedicularis pyrenaica.
Passerina calycina.
Salix pyrenaica.
Lilium pyrenaicum.
Iris xyphioides.
Carex pyrenaica.
Carex decipiens.

Telles sont les espèces pouvant caractériser la flore qui nous occupe ; mais, on l'a vu par les études précédentes et par d'autres analogues, l'énumération pure et simple des espèces ne suffit pas pour se rendre compte de la géographie botanique comparée ; leur distribution relative, leur fréquence plus ou moins grande, l'influence de l'altitude ou de l'exposition sur cette

distribution et sur cette fréquence, enfin la lutte des espèces entre elles et le remplacement d'espèces les unes par les autres sont autant de faits importants à considérer. C'est seulement lorsqu'ils ont été notés avec soin dans plusieurs régions limitées prises pour type que l'on peut ensuite établir des comparaisons plus générales.

Je terminerai par quelques lignes relatives aux stations de cultures que j'ai établies dans la vallée d'Aure, comme dans la vallée de Chamonix, et qui sont destinées à rechercher quelle est l'influence du climat alpin sur l'aspect extérieur et sur la la structure des mêmes espèces.

Les endroits où sont placées ces cultures sont indiqués sur la planche 10; l'un près de Cadéac, à 750 mètres d'altitude, l'autre au col de la Paloume, sur la chaîne de l'Arbizon à 2.400 mètres d'altitude. Ce n'est pas ici le lieu de donner les résultats obtenus dans l'étude comparée de la structure des plantes à diverses altitudes. Je me contenterai de dire que les plantes de plaines dont la liste est citée p. 221, présentent comme dans les Alpes un certain nombre de modifications importantes, si on les compare aux plantes des stations inférieures : couleur plus foncée des feuilles, taille réduite, développement relatif des parties souterraines, coloris plus vif des fleurs, etc., ainsi que des modifications correspondantes dans la structure interne. Ces mêmes changements, cette adaptation de la forme et de la structure au climat alpin, ont été obtenus expérimentalement dans les cultures de la station supérieure de la vallée d'Aure, au col de la Paloume, comme dans les cultures de la station supérieure de l'Aiguille de la Tour, sur la chaîne du Mont Blanc.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 10

Carte botanique de la vallée d'Aure, indiquant les limites de la zone inférieure des montagnes, de la zone subalpine et de la zone alpine, et la position des stations de culture.

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR

LES FEUILLES DES CONIFÈRES

Par M. Aug. DAGUILLON (*Suite*).

Abies bracteata.

Les feuilles de cette espèce adulte sont caractérisées, d'après M. Bertrand, par le grand nombre des files stomatiques de leurs bandelettes et la continuité de leur assise hypodermique.

La germination présente encore les phénomènes décrits dans les espèces précédentes.

1° *Cotylédon.* — Structure très analogue à celle des cotylédons dans les espèces précédentes.

2° *Feuille du premier verticille.* — L'épiderme ne porte de stomates qu'à la face inférieure, où ils forment deux bandelettes à trois ou quatre files. L'hypoderme est à peine indiqué par quelques fibres isolées à la face supérieure ; aux angles de la feuille, il tend à former une assise continue. Le parenchyme, déjà hétérogène, ne comprend guère qu'une assise nettement différenciée de tissu en palissade. La nervure médiane (Pl. 15, fig. 5) est déjà divisée par une lame de tissu conjonctif en deux faisceaux libéro-ligneux ; au-dessous d'elle et sur ses côtés, quelques éléments sclérifiés forment, dans une section transversale, une sorte de croissant auquel s'ajoutent de rares éléments situés vers la face supérieure et dans le plan de symétrie.

3° *Feuille d'une pousse de deuxième année.* — Sur une pousse de deuxième année, les feuilles présentent déjà une différenciation plus avancée. Chaque bandelette présente un plus grand nombre de files stomatiques (6 à 7). L'hypoderme forme une assise continue non seulement aux angles, mais aussi à la face inférieure, au-dessous de la nervure ; les fibres se multiplient vers le milieu de la face supérieure. Les deux branches de la nervure médiane se séparent nettement. La sclérification du péricycle, au-dessous et sur les côtés de la nervure, s'accentue ; le tissu de soutien forme, sur une section transversale, une sorte de double croissant relié par une lame de même nature au cordon scléreux situé au-dessus de la nervure ; mais on y trouve encore presque uniquement du tissu aréolé.

Sur des pousses un peu plus âgées (3 ans par exemple), on voit se poursuivre le développement de l'hypoderme scléreux ; l'assise continue, déjà formée aux angles de la feuille et à sa face inférieure, s'étend au milieu de la face supérieure, d'où elle se relie à l'hypoderme des angles par quelques fibres isolées.

4° *Feuille d'une pousse de n^{eme} année.* — La différenciation de la feuille atteint son maximum : le nombre des files stomatiques dans chaque bandelette peut atteindre douze à quinze. L'hypoderme forme au-dessous de l'épiderme une assise continue dans presque toute son étendue, sauf à la face supérieure, où elle est interrompue par places. Le tissu en palissade se dédouble fréquemment en deux assises. Au sein du parenchyme se remarquent (Pl. 15, fig. 7), de distance en distance, de grosses fibres isolées, dont chacune présente une membrane lisse, épaisse et lignifiée, et une lumière très fine (1). La nervure (Pl. 16, fig. 6), nettement divisée en deux faisceaux libéro-ligneux, est entourée à peu près de tous côtés par du sclérenchyme : dans la section transversale, ce dernier se présente surtout sur une ligne affectant la forme

(1) Ces éléments paraissent être du groupe de ceux que M. Bertrand a qualifiés de *fibres pseudolibériennes*, et dont il nie cependant l'existence chez l'*A. bracteata*.

déjà signalée dans les feuilles précédentes; mais ce qui distingue nettement ce sclérenchyme de celui de la plante jeune, c'est la nature de ses éléments constitutifs : aux cellules aréolées qui formaient presque seules tout le sclérenchyme péricyclique dans les feuilles de la plante jeune s'ajoutent encore, surtout au-dessus et au-dessous de la nervure, quelques fibres de gros calibre, à membranes épaisses et lisses.

Ici encore il est bon de remarquer que les feuilles sont très différentes d'aspect suivant qu'elles sont fixées à la flèche ou aux branches latérales : les feuilles de la flèche sont courtes, épaisses, très aiguës du bout et dressées obliquement ; celles des branches latérales, beaucoup plus longues en général, sont larges, aplaties et s'étalent dans un plan de part et d'autre du rameau. L'aplatissement sera rendu sensible par les données suivantes : dans une feuille de la flèche j'ai trouvé $\frac{E}{L} = 0,27$ à peu près (E représentant l'épaisseur et L la largeur de la feuille) ; dans une feuille latérale $\frac{E}{L} = 0,17$. Si l'on passe d'une feuille de la flèche à une feuille d'une branche latérale, la section elliptique de la nervure médiane s'aplatit : le rapport de l'épaisseur à la largeur, égal à 0,75 dans la première feuille, descend par exemple à 0,6 dans la seconde. Les bandelettes sont en général plus larges et les files de stomates plus nombreuses sur les feuilles latérales que sur celles de la flèche. Aux angles de la feuille d'une branche latérale, les deux assises opposées de l'hypoderme scléreux s'affrontent souvent de manière à constituer une assise double, qui, sans interposition de parenchyme, prolonge le limbe sur les côtés par deux bandes minces et tranchantes (Pl. 16, fig. 8). Le tissu en palissade est, en général, mieux développé à la flèche que sur les branches latérales ; on y remarque deux assises fort nettes, dont une disparaît dans les feuilles aplaties. Une dernière différence se manifeste quelquefois dans l'organisation de l'appareil sécréteur : aux deux canaux symétriquement disposés vers les angles du limbe dans les

feuilles de la flèche s'ajoutent, dans les feuilles latérales, deux canaux plus étroits, placés au voisinage immédiat des bandes scléreuses signalées plus haut.

Abies Pinsapo.

Les feuilles d'*Ab. Pinsapo* adulte sont caractérisées par la situation de leurs canaux sécréteurs, plongés dans le parenchyme à une faible distance de l'épiderme inférieur, par la présence de stomates à la face supérieure, et par l'existence d'un hypoderme.

Les caractères généraux de la germination sont encore les mêmes que dans les cas précédents.

1° *Cotylédon.* — Les cotylédons forment un verticille ordinairement de sept pièces. La figure de la section transversale

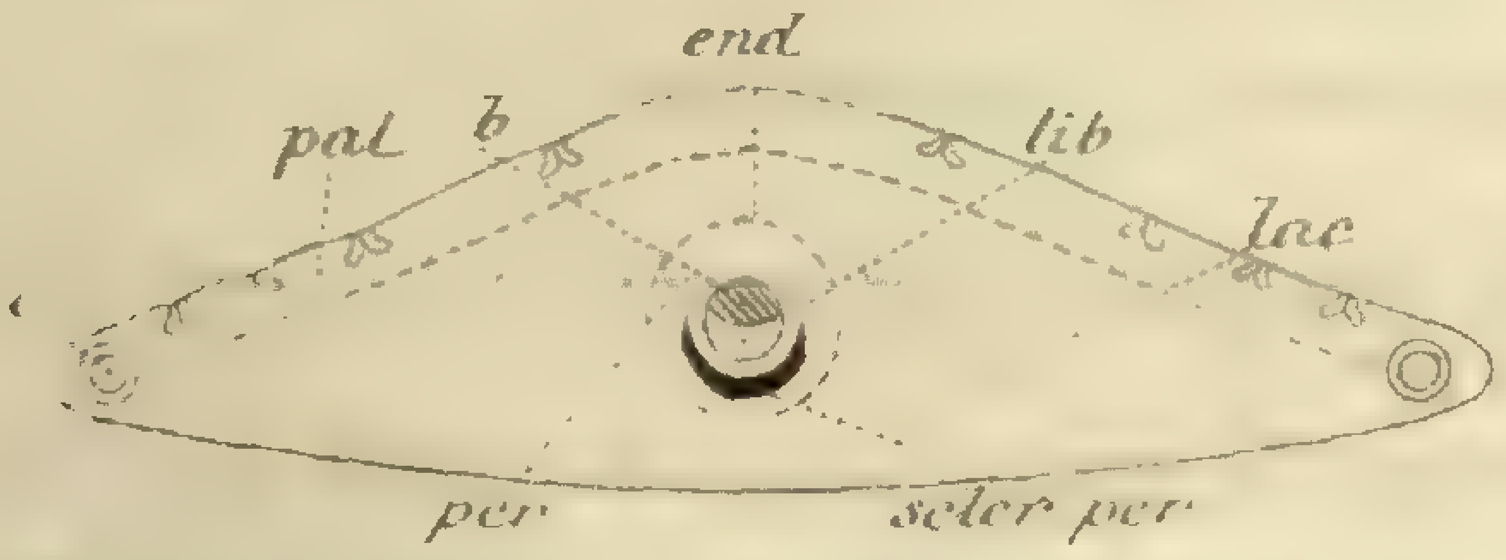


Fig. 63. — *Abies Pinsapo* : cotylédon. — *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

d'un cotylédon est celle d'un triangle isocèle très surbaissé (fig. 63). L'épiderme ne porte de stomates qu'à la face supérieure ; dans aucune de ses parties il n'est doublé par un hypoderme.

Le parenchyme est presque absolument homogène ; toutefois les cellules de l'assise sous-épidermique supérieure prennent un aspect légèrement palissadiforme ; celles qui entourent la nervure médiane s'allongent transversalement à sa droite et à sa gauche.

Deux canaux sécréteurs, très nets et sous-épidermiques, occupent les angles.

La nervure médiane, simple d'un bout à l'autre du cotylédon,

est limitée par un endoderme peu net; sa région péricyclique présente quelques éléments de tissu aréolé, développés surtout vers la face libérienne du faisceau.

2° *Feuille d'une pousse de première année.* — Les feuilles de la première année se réduisent encore à un verticille unique, dont les pièces alternent avec les cotylédons.

La section transversale est grossièrement elliptique (fig. 64).

L'épiderme ne porte de stomates qu'à la face inférieure, où ils sont distribués sur deux bandelettes à files peu nombreuses (4 par exemple). Nulle trace d'hypoderme.

Le parenchyme est hétérogène : une assise palissadique dou-

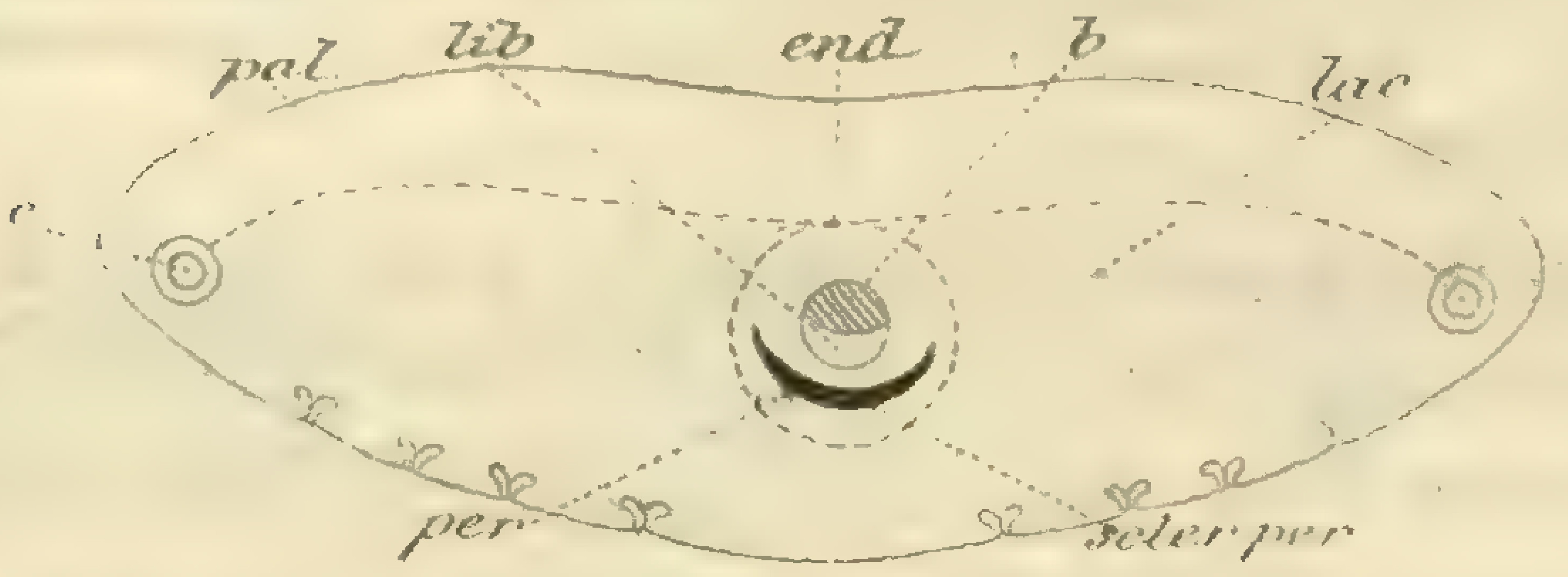


Fig. 64. — *Abies Pinsapo :* feuille du premier verticille. — *pal*, tissu en palissade, *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per.* sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

ble l'épiderme supérieur. Deux canaux sécréteurs sous-épidermiques se remarquent aux angles de la feuille.

Un endoderme peu net sépare du parenchyme une nervure médiane indivise, assez semblable à celle du cotylédon.

3° *Feuille d'une pousse de deuxième année.* — L'épiderme porte toujours à la face inférieure une double bandelette de stomates; mais on en voit apparaître aussi quelques-uns à la face supérieure (fig. 65).

Le tissu en palissade devient plus riche ; il comprend souvent deux assises assez nettes. Deux canaux sécréteurs sous-épidermiques occupent leur position normale.

De distance en distance apparaissent les fibres hypodermiques; on en remarque surtout aux angles de la feuille et quelquefois à la face inférieure, au niveau de la nervure.

Enfin la nervure médiane présente une importante modification : le faisceau libéro-ligneux s'y divise nettement en deux branches. Il est de plus entouré d'une gaine plus abondante de

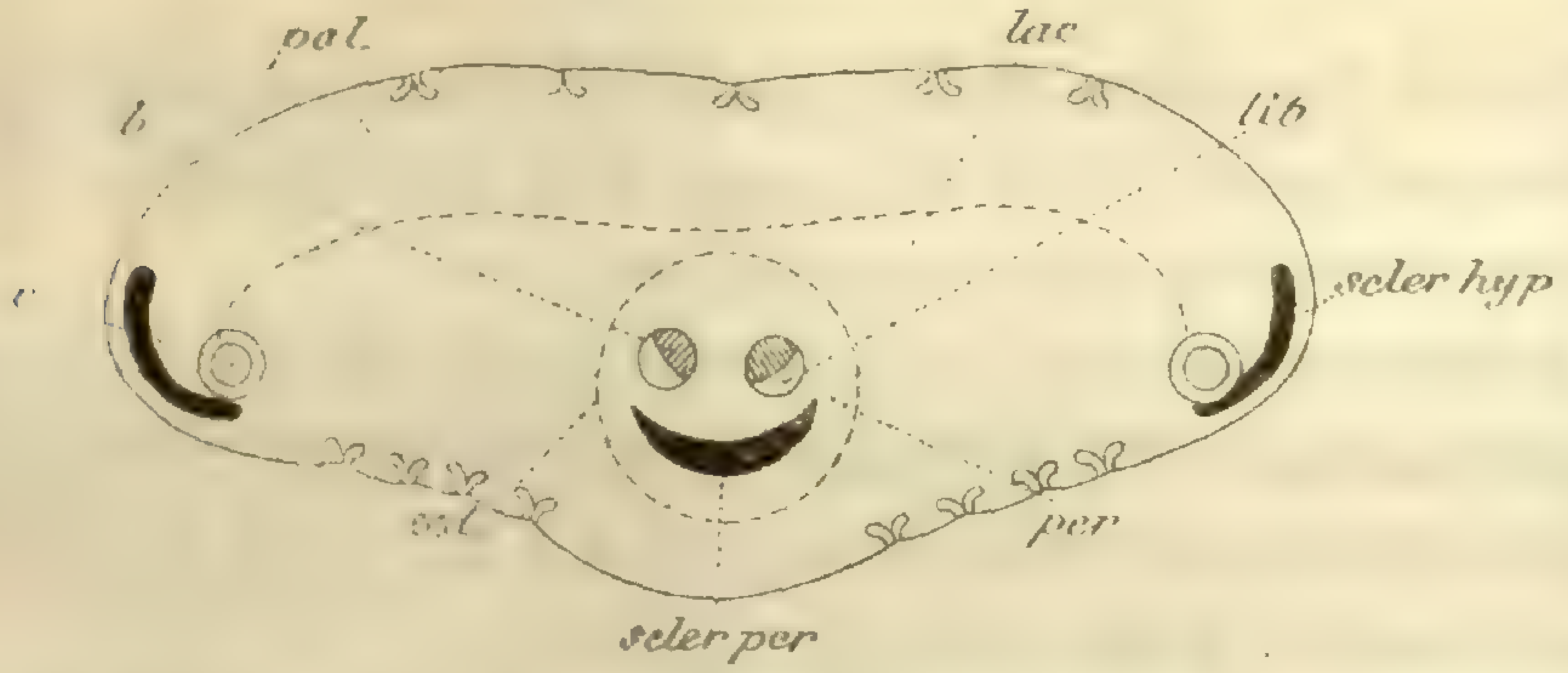


Fig. 65. — *Abies Pinsapo :* feuille d'une pousse de deuxième année : *scler. hyp.* sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

tissu aréolé, développé surtout à sa face libérienne et s'enfonçant à la manière d'un coin entre les deux branches ; mais sur ce point les cellules sont plus grandes et leurs membranes irrégulièrement contournées.

4° *Feuille d'une pousse de troisième ou quatrième année.* — L'épiderme porte encore ses deux bandelettes de stomates. La

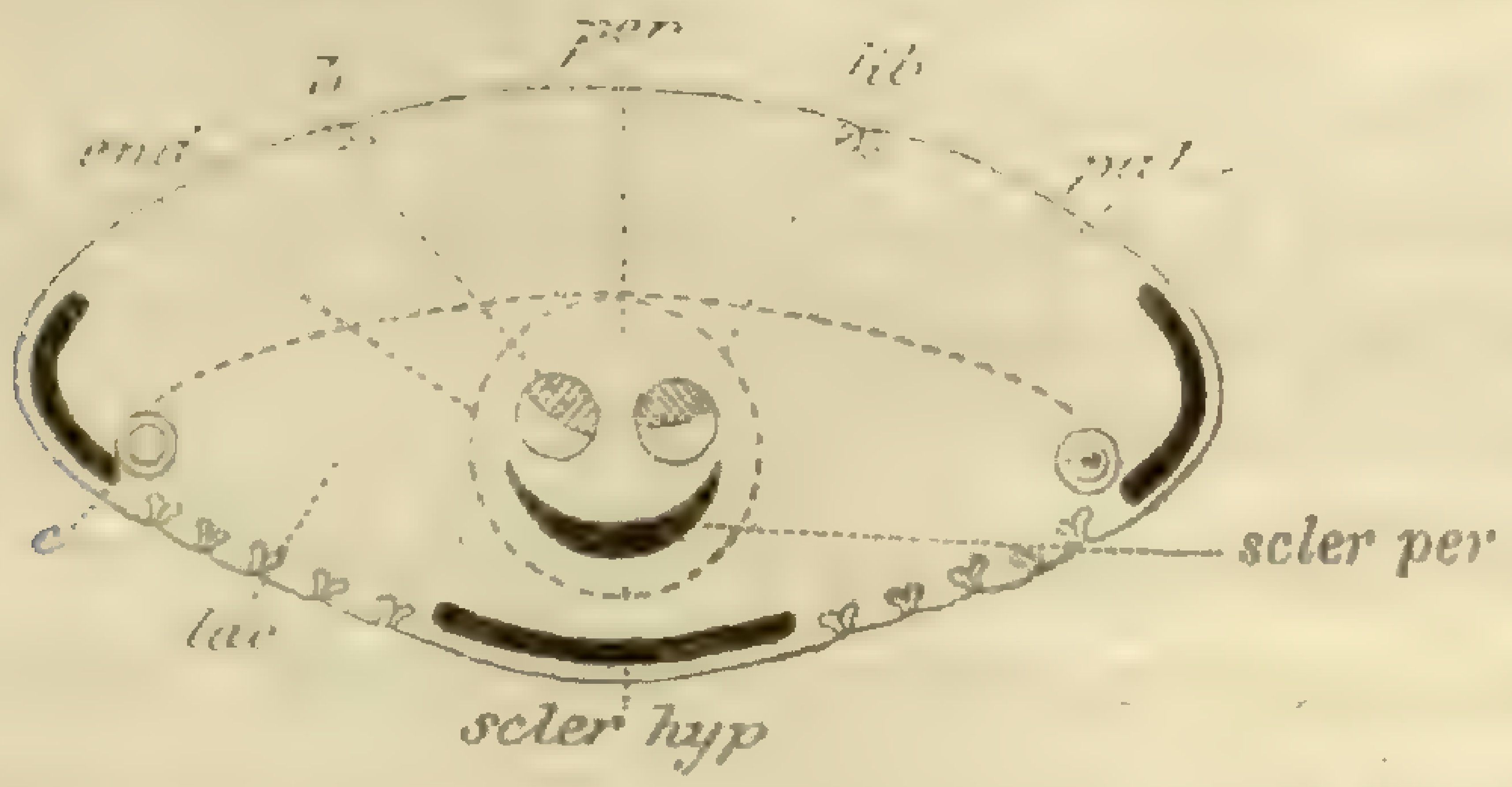


Fig. 66. — *Abies Pinsapo :* feuille d'une pousse de 3me ou 4me année. — *scler. hyp.* sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

face supérieure est stomatifère, comme dans la forme précédente (fig. 66). L'hypoderme s'étend surtout à la face inférieure, où il devient continu au niveau de la nervure. Le sclérenchyme adjacent à la face libérienne du faisceau se développe.

5° *Feuille d'une pousse de cinquième année* (fig. 67). — Les stomates se multiplient à l'épiderme de la face supérieure. L'hypoderme, qui forme maintenant à la face inférieure une assise presque continue, ne s'interrompant guère qu'au niveau des bandelettes, est assez continu vers les angles et apparaît à la face supérieure sous la forme de quelques fibres éparses.

Le parenchyme et l'appareil sécréteur présentent toujours les mêmes caractères.

Quant à la nervure médiane, le tissu aréolé s'y développe de plus en plus : non seulement il entoure les deux branches du faisceau sur leurs faces inférieures et latérales extrêmes, mais aussi il pénètre profondément entre elles, leur formant une cloi-

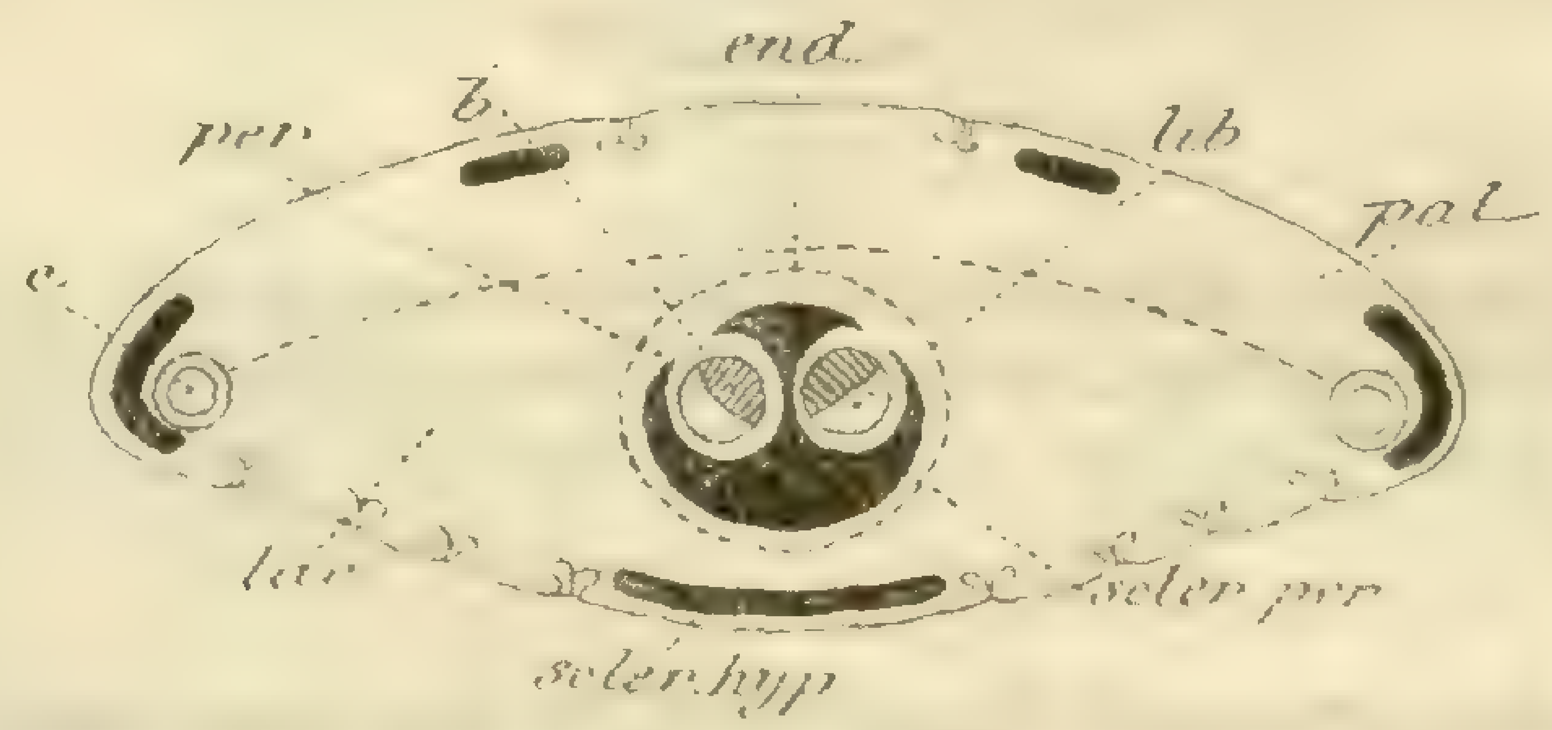


Fig. 67. — *Abies Pinsapo :* feuille d'une pousse de 5^{me} année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

son longitudinale de séparation qui s'épaissit vers la face ligneuse du faisceau, de manière que la section transversale du cordon total de sclérenchyme présente à peu près la forme d'une ancre.

6° *Feuille d'une pousse de $n^{ième}$ année.* — Chez l'*A. Pinsapo* la différence entre les feuilles de la flèche et celles des branches latérales ou de leurs ramifications n'est pas aussi marquée que dans les espèces précédentes. Ainsi leur mode d'insertion est exactement le même ; nulle part on ne remarque cet aspect faussement distique qui, dans les *A. pectinata* et *bracteata* surtout, distingue les feuilles des pousses latérales de celles de la flèche ou des pousses verticales ; toutes paraissent nettement alternes.

D'ailleurs le port général de la plante s'accorde avec ce ca-

ractère : les branches latérales d'ordre élevé, au lieu de s'étaler dans des plans sensiblement horizontaux, suivent toutes les inclinaisons possibles et parfois prennent une direction exactement verticale, mais de sens inverse à celui de la tige principale. J'ai pu cependant remarquer que les feuilles de la flèche sont en général plus courtes et plus épaisses que celles des branches

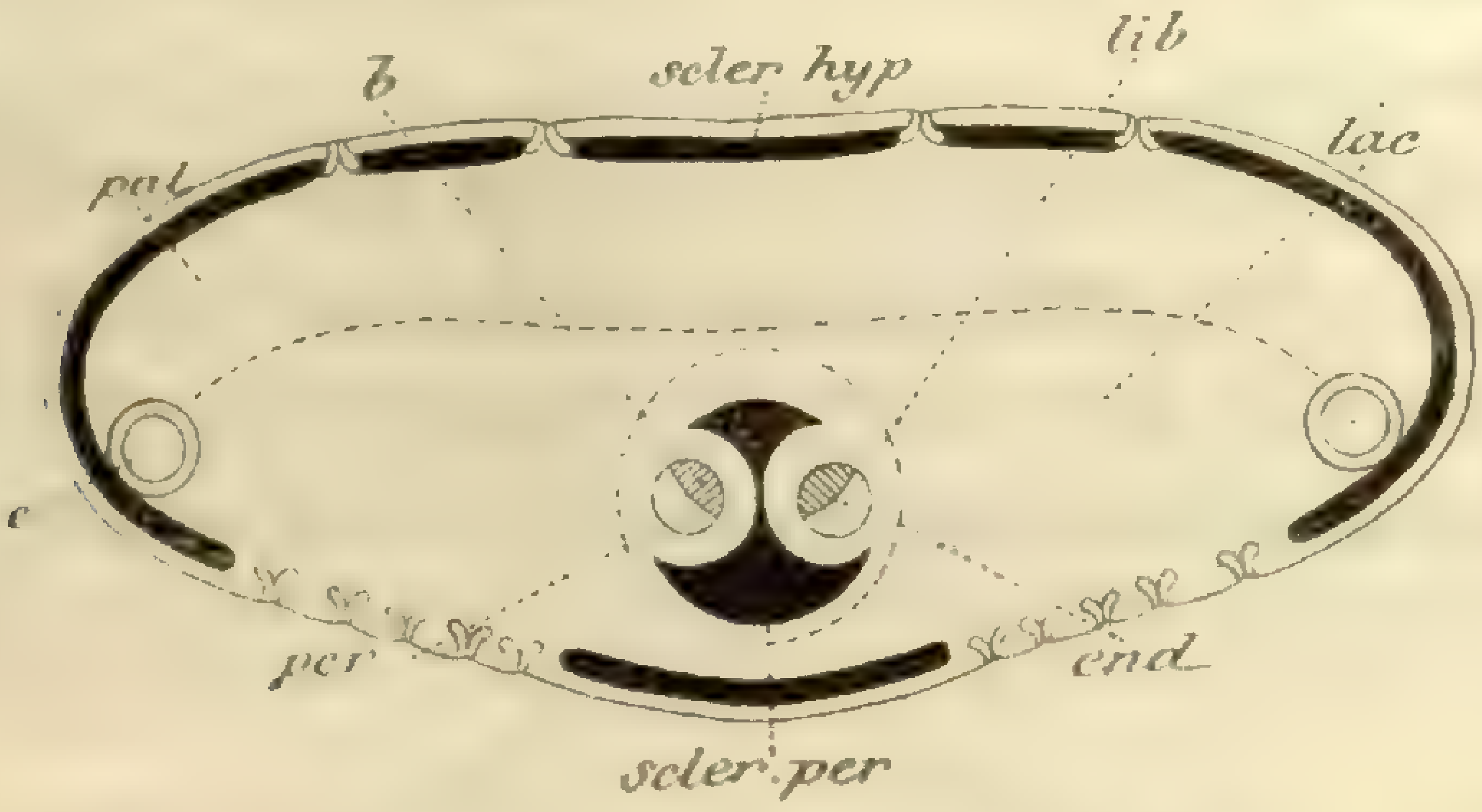


Fig. 68. — *Abies Pinsapo :* feuille d'une pousse de nème année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

latérales, quelle que soit la direction de ces dernières ; mais aucune différence anatomique digne d'intérêt ne m'a paru correspondre à cette légère dissemblance.

Les feuilles de la plante adulte (fig. 68) diffèrent surtout de celles que j'ai étudiées en dernier lieu par le développement de l'hypoderme, qui forme à la face supérieure une assise continue, interrompue seulement au niveau des stomates.

J'ai eu l'occasion d'étudier encore le développement d'autres espèces de Sapins : toutes m'ont fourni des résultats concordant avec les précédents et dont l'énumération ne pourrait qu'amener des répétitions fastidieuses. Je me crois, par suite, autorisé à conclure que l'existence de feuilles primordiales est absolument constante dans le genre *Abies*. Ces feuilles primordiales se présentent toujours sous la forme d'un verticille unique dont les pièces alternent avec celles du verticille cotylédonaire. Elles diffèrent donc des feuilles définitives, qui sont toujours alternes,

par leur mode d'insertion, quoiqu'on puisse fort bien admettre l'assimilation du verticille primordial à une spire très surbaissée. — Elles peuvent encore en différer par le nombre et le mode de distribution de leurs stomates : ceux-ci forment, dans tous les *Abies*, à la face inférieure de la feuille, deux bandelettes longitudinales dont les files sont moins nombreuses chez la feuille primordiale que chez la feuille définitive (*A. pectinata*, *A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. bracteata*, *A. Pinsapo*); chez certains *Abies* seulement (*A. Pinsapo*), la feuille définitive porte en outre quelques stomates à la face supérieure; dans ces espèces la feuille primordiale semble en être dépourvue. — La couche hypodermique de fibres, continue ou discontinue, que l'on rencontre chez la plupart des espèces, existe rarement dans les feuilles primordiales, dont l'appareil tégumentaire est par suite fort peu développé. — La nervure médiane qui, chez tous les *Abies*, se divise en deux branches parallèles dans toute l'étendue du limbe, reste presque toujours simple et indivise dans la feuille primordiale; *A. bracteata* m'a semblé fournir une exception à cette règle, bien que la division du faisceau libéroligneux que j'ai remarquée dans cette espèce dès la feuille primordiale, y soit beaucoup moins accentuée que dans la feuille définitive. D'ailleurs, le nombre des éléments ligneux ou libériens est plus considérable dans la feuille définitive que dans la feuille primordiale. Quant au sclérenchyme péricyclique qui double toujours la nervure médiane, ébauché dans le cotylédon, il ne se développe guère davantage dans la feuille primordiale, qui se reconnaît encore, par conséquent, à la simplicité de son appareil de soutien. Remarquons enfin, à cet égard, que les éléments qui entrent dans la constitution de cet appareil sont de deux sortes : 1° des cellules sensiblement isodiamétriques, à membranes lignifiées et ornées de ponctuations aréolées; 2° des fibres à membranes épaisses et lisses. J'ai constaté, d'une manière générale, que les cellules aréolées apparaissent en premier lieu et souvent existent seules dans les feuilles primordiales; ce n'est que plus tard qu'on voit s'y ajouter les fibres lisses dont le développement complet caractérise les feuilles définitives.

Les modifications qui conduisent du premier type de feuilles au second se manifestent peu à peu quand on cherche à les suivre depuis les feuilles primordiales jusqu'aux feuilles qui ont atteint leur maximum de différenciation.

Je voudrais, avant de quitter l'étude de ce premier genre d'Abiétinées, attirer l'attention sur l'inconvénient qu'il peut y avoir à en caractériser les espèces par les dispositions anatomiques que présentent les divers tissus de la feuille (épiderme, hypoderme, etc.). On voit, en effet, par l'étude précédente, combien ces dispositions sont susceptibles de se modifier avec l'âge de la plante. Je sais bien qu'il est facile d'éviter les erreurs que pourrait entraîner cette variabilité en ne prenant que des feuilles définitives pour objets de la détermination. Il n'en est pas moins vrai que, si l'on se place à un point de vue plutôt philosophique que pratique, des caractères aussi fugaces que ceux dont je viens de parler ne sauraient avoir une grande valeur.

2. — Genre Picea.

Les espèces du genre *Picea* ont été longtemps réunies au genre *Abies;* cette confusion entre deux types génériques qui, à tous les points de vue, méritent d'être séparés, persiste encore dans le langage ordinaire, qui applique le nom de Sapins aussi bien aux Épicéas (g. *Picea*) qu'aux véritables Sapins (g. *Abies*).

Le seul aspect des feuilles justifie la distinction aujourd'hui adoptée. Celles des *Abies* sont aplaties, à section sensiblement elliptique; chez les *Picea* elles sont généralement tétragones. Alternes dans les deux genres, elles reposent chez les *Picea* sur de volumineux coussinets. Leur surface, qui chez les *Abies* présente toujours à l'une de ses faces deux bandelettes blanchâtres, est à peu près lisse dans les *Picea*. Cette différence d'aspect tient à la distribution des stomates qui, au lieu d'être localisés comme chez les *Abies* en deux groupes de files longitudinales à la face inférieure, sont répartis chez les *Picea* entre les deux faces; sur chacune d'elles ils forment deux groupes symétriques de files

espacées. Il est à remarquer, d'ailleurs, que les stomates sont souvent plus nombreux à la face supérieure qu'à la face inférieure.

Toute la structure de la feuille manifeste entre les deux genres de profondes différences. Au-dessous d'une assise presque continue de fibres hypodermiques, le parenchyme foliaire des *Picea* est homogène : il est formé généralement de cellules à parois légèrement sinueuses, disposées en files convergeant vers l'axe de la feuille; attenant d'une part à l'hypoderme, celles-ci se terminent d'autre part à un endoderme beaucoup mieux caractérisé que celui des *Abies :* c'est une assise régulièrement circulaire, dont toutes les cellules, plus étroites dans le sens radial que dans le sens tangentiel, sont très sensiblement égales entre elles; leurs faces de contact portent les cadres d'épaississement subérifiés qui manquent au genre *Abies*. Dans le parenchyme, au voisinage des angles latéraux de la feuille, et adjacents à l'épiderme inférieur, on remarque ici encore deux canaux sécréteurs. La nervure médiane, limitée par l'endoderme, comprend en général un faisceau libéro-ligneux indivis : cependant une assise moyenne de cellules conjonctives tend le plus souvent à en partager la masse en deux moitiés symétriques. Au dos du faisceau est développé un cordon de sclérenchyme où apparaissent quelques fibres à membranes fortement épaissies et lignifiées : ce sont des éléments de soutien formés par le péricycle qui entoure de toutes parts le faisceau.

En somme, les feuilles des *Picea* diffèrent essentiellement de celles des *Abies* par leur section transversale quadrangulaire, — par la distribution de leurs stomates, répartis entre les deux faces, — par l'homogénéité de leur parenchyme, — par la différenciation de leur endoderme, — enfin par la simplicité de leur nervure médiane.

Picea excelsa.

On a considéré comme un caractère spécifique des feuilles de *P. excelsa* la présence d'un seul canal sécréteur; ce canal serait un des deux qui existent généralement aux angles latéraux de la

feuille, ce qui donnerait à celle-ci une asymétrie partielle. Je dois dire que ce caractère, loin d'être absolu, m'a paru exceptionnel. Sans doute la disposition de l'appareil sécréteur dans les feuilles de *P. excelsa* est soumise à certaines variations individuelles ou adaptatives; mais si on a rencontré souvent un seul canal sécréteur, si parfois même toute trace d'appareil sécréteur fait défaut, la structure normale comporte deux canaux symétriquement disposés.

Le nombre des cotylédons de *Picea excelsa* varie entre 6 et 10 : il est fréquemment de 8 ou 9, formant un verticille au sommet de la tigelle. Dans le cours de la première année, il se développe au milieu de ce verticille une pousse terminale généralement assez longue et portant des feuilles éparses, déjà disposées suivant la spire qui caractérise celles de la plante adulte. Ce sont des feuilles longues, minces, à section sensiblement tétragone, et finement dentées sur leurs quatre arêtes. Parfois la pousse ainsi formée se ramifie dès la première année ; mais les feuilles que portent alors ces ramifications ne diffèrent aucunement des premières. C'est encore sous cet aspect que paraissent se présenter le plus souvent les feuilles de la deuxième année, souvent même celles de la troisième.

Cette étude de la germination d'une graine de *P. excelsa* approfondit, si je puis ainsi parler, le fossé que l'étude de la plante adulte creusait déjà entre les genres *Abies* et *Picea*.

Peu à peu la fine denticulation qui caractérise cette première forme s'atténue et disparaît : les feuilles portées soit par la tige principale, soit par ses ramifications des divers ordres, prennent enfin l'aspect qu'on leur connaît chez la plante adulte. On sait qu'on peut alors distinguer parmi elles deux catégories : celles de la tige principale et en particulier de la flèche, qui se dressent obliquement vers le ciel, — celles des branches latérales, qui s'étalent au contraire dans des plans sensiblement horizontaux ; les premières ont une section très nettement tétragone ; les autres sont au contraire sensiblement aplaties.

Il résulte de ce qui précède qu'il faut distinguer, dans le cours du développement d'un Épicéa, trois sortes de feuilles : 1° les co-

tylédons ; 2° les feuilles finement dentées de la première année ou des premières années ; 3° les feuilles lisses des années suivantes, parmi lesquelles on pourra comparer celles de la flèche à celles des branches latérales.

1° *Cotylédon.* — Le cotylédon, peu volumineux, présente une section transversale triangulaire, à sommet supérieur (fig. 69). Il est tapissé extérieurement par une assise épidermique à membranes cutinisées vers l'extérieur ; les stomates se trouvent exclu-

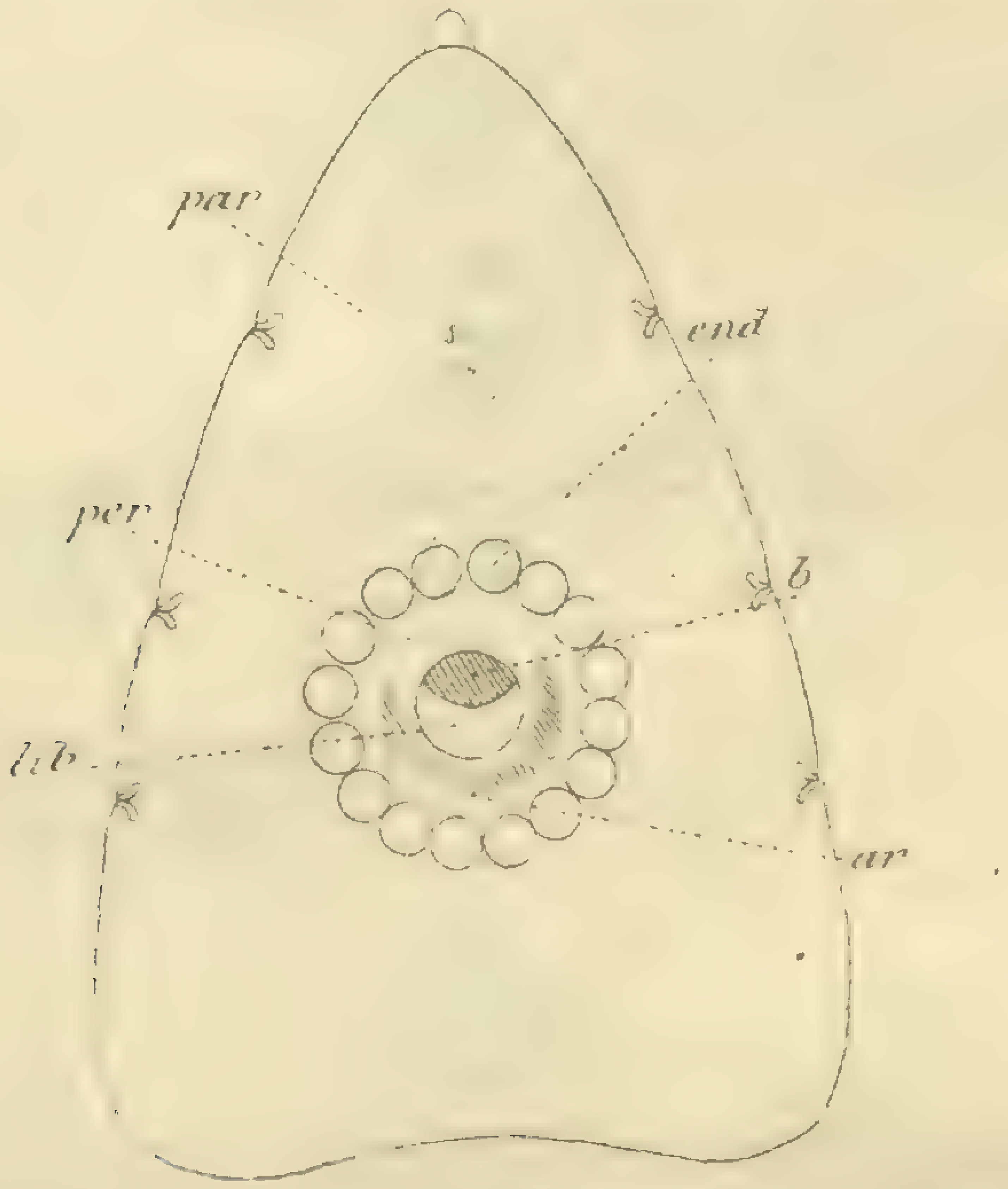


Fig. 69. — *Picea excelsa :* cotylédon. — *par*, parenchyme ; *end*, endoderme ; *per*. péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *b*, bois ; *lib*, liber.

sivement sur les deux pans de la face supérieure. Le long de l'arête supérieure, l'épiderme porte fréquemment de très fines dents, visibles à l'œil nu, régulièrement espacées et qui se présentent au microscope comme des poils unicellaires, à pointes mousses et à membranes cutinisées.

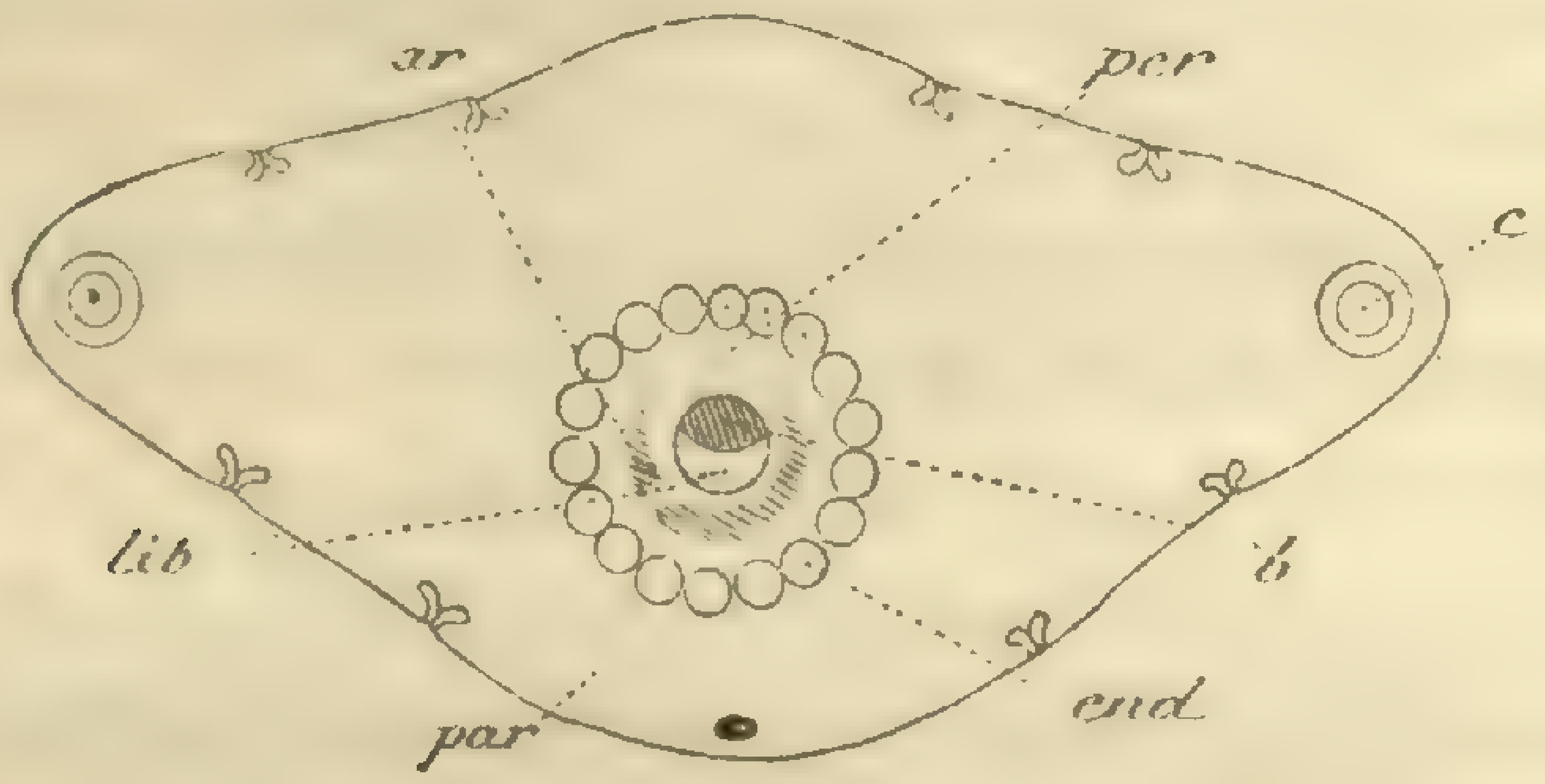
Le parenchyme, homogène, formé de cellules arrondies, ne paraît pas renfermer de traces d'appareil sécréteur. On ne reconnaît pas de couche hypodermique au-dessous de l'épiderme.

Un endoderme assez distinct, formé de cellules plus volumineuses que leurs voisines et portant sur leurs parois communes

des bandes d'épaississement subérifiées, que sépare de ce parenchyme une nervure médiane.

Celle-ci comprend un faisceau libéro-ligneux indivis, entouré de quelques cellules que leur situation assimile à un péricycle, et dont quelques-unes paraissent soumises à la sclérification : des ponctuations aréolées s'y manifestent sur quelques points.

2° *Feuille primordiale.* — La section transversale des feuilles primordiales est en général tétragone ; on peut remarquer



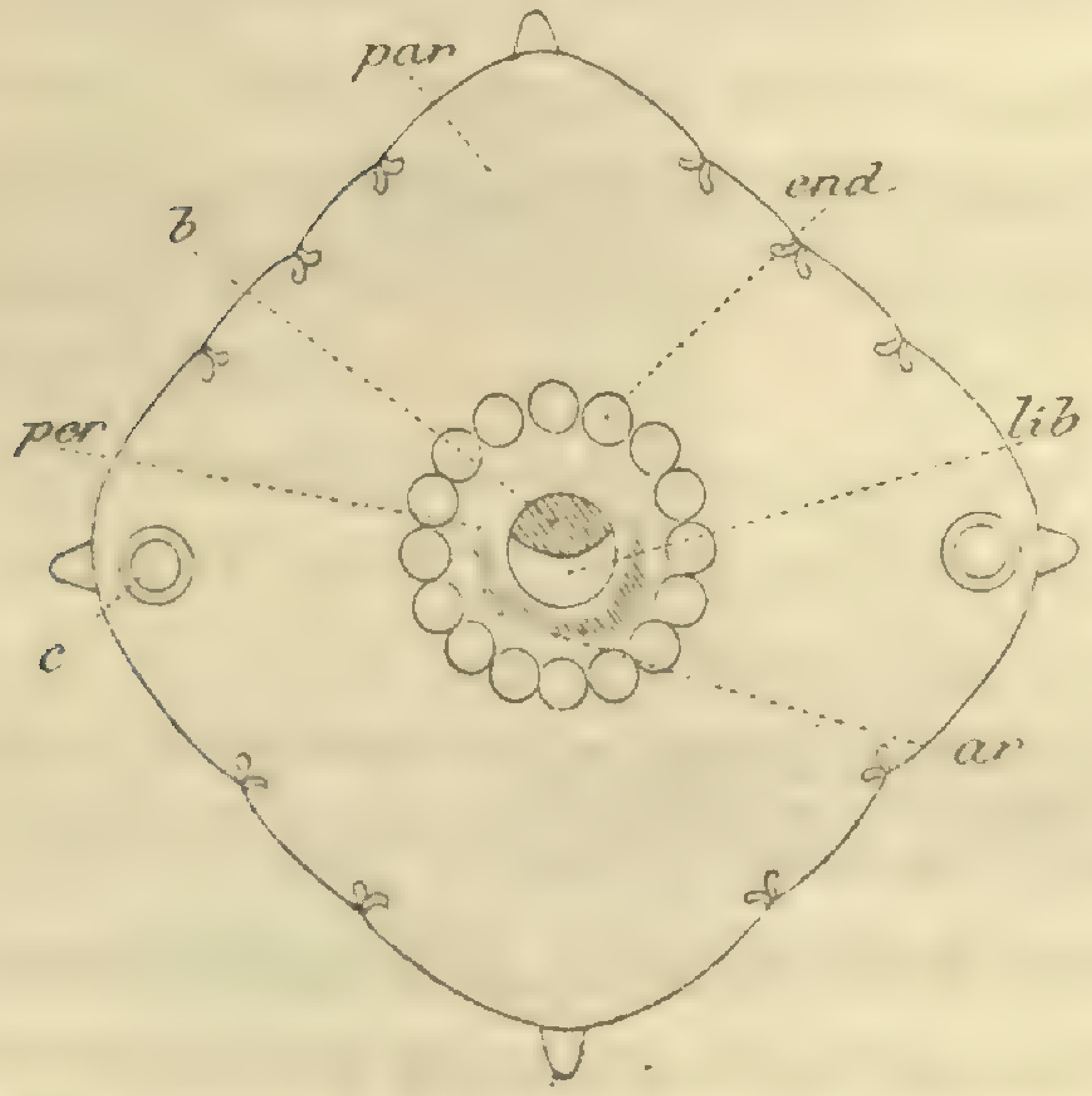


Fig. 70 et 71. — *Picea excelsa* : feuilles primordiales. — *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *b*, bois ; *lib*, liber.

cependant que, parmi les feuilles les plus voisines des cotylédons, cette forme s'aplatit fréquemment (fig. 70 et 71).

L'épiderme, cutinisé dans ses membranes externes, se prolonge de place en place, le long des quatre arêtes de la feuille, par des poils qui communiquent à l'organe la fine denticulation qu'on peut remarquer extérieurement. Les stomates sont déjà

répartis aux deux faces de la feuille, sans se grouper en véritables bandelettes. Aucune trace d'hypoderme (Pl. 16, fig. 12); parfois cependant on peut observer une fibre isolée : j'en ai remarqué fréquemment la présence au milieu de la face inférieure de la feuille.

Au milieu du parenchyme homogène apparaît la nervure (Pl. 16, fig. 9), enveloppée par un endoderme fort net et présentant déjà les ponctuations caractéristiques.

Le faisceau libéro-ligneux est entièrement indivis. Le sclé-

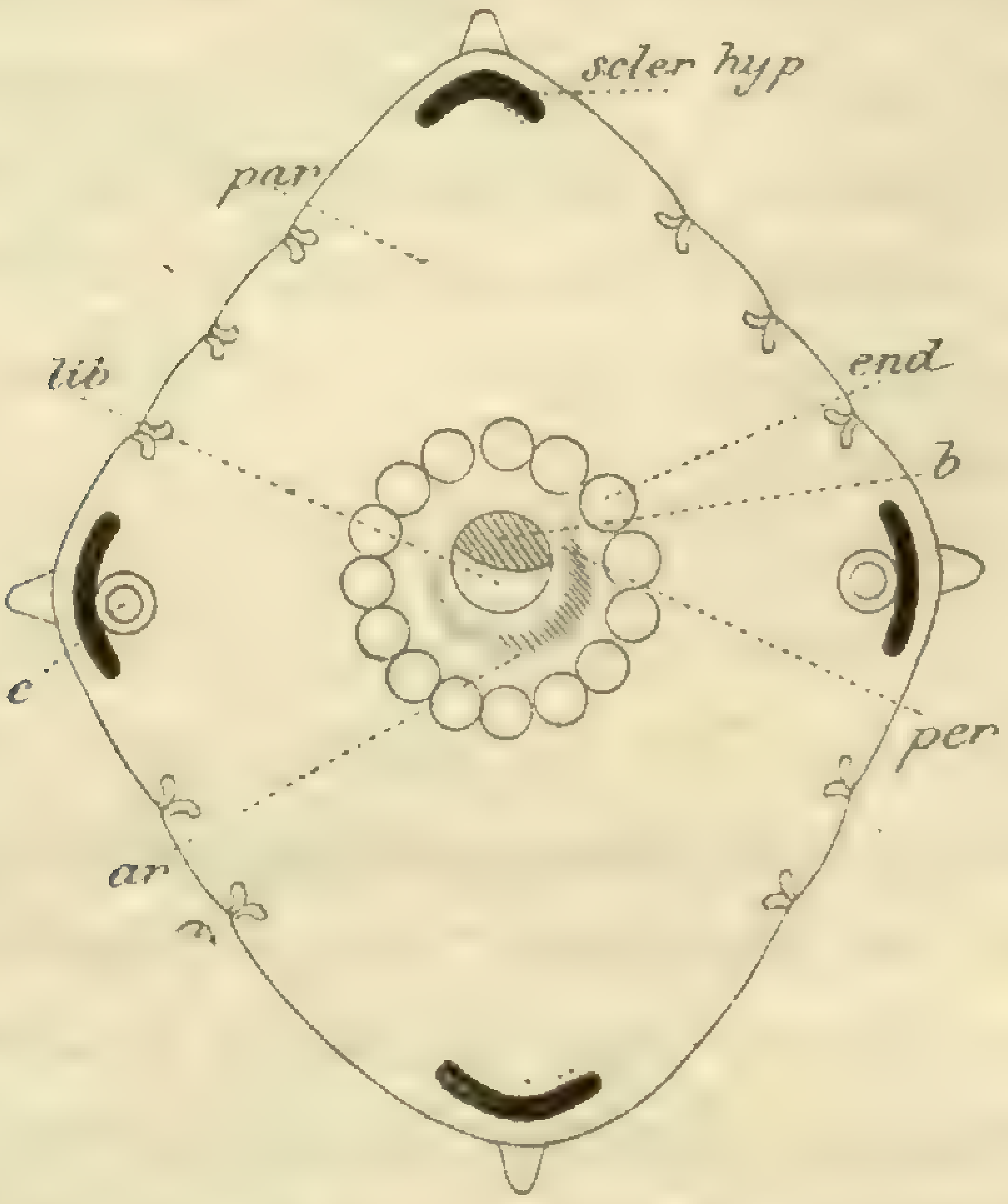


Fig. 72. — *Picea excelsa :* feuille d'une pousse de deuxième année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *b*, bois; *lib*, liber.

renchyme péricyclique, caractéristique de la plante adulte, n'a pas encore fait son apparition complète; on peut toutefois remarquer que, sur la face libérienne du faisceau, certaines cellules du péricycle ont déjà lignifié leurs membranes sans les épaissir sensiblement, et portent des ponctuations aréolées.

L'appareil sécréteur est représenté par deux canaux, occupant leur position normale.

3° *Feuille d'une pousse de deuxième année.* — L'aspect extérieur de l'organe est encore le même que dans la première année : les quatre arêtes portent chacune sa fine rangée de poils.

L'hypoderme commence à se manifester (fig. 72) : il apparaît aux angles inférieur et supérieur sous forme de quelques fibres; on en voit aussi apparaître quelques-unes aux angles latéraux, où elles se confondent avec les assises externes des canaux sécréteurs.

Enveloppée par l'endoderme, la nervure médiane ne s'est pas sensiblement différenciée; le sclérenchyme péricyclique s'y réduit encore à du tissu aréolé.

4° *Feuille d'une pousse de $n^{ème}$ année.* — La différenciation de la feuille atteint ici son maximum : l'hypoderme forme une assise continue; quant au sclérenchyme de la nervure médiane, il se complète par l'apparition de grosses fibres à membranes épaisses, lisses et lignifiées, qui se placent au dos du faisceau, au milieu du tissu aréolé.

La comparaison entre les feuilles de la flèche et celles des branches latérales (fig. 73 et 74) montre que la section transversale de ces dernières, bien que quadrangulaire, est beaucoup plus aplatie que celle des premières : la position des deux canaux sécréteurs et les rapports entre le bois et le liber de la nervure médiane permettent de s'assurer immédiatement que l'aplatissement s'est produit de droite à gauche, et que la face qui au premier abord paraissait supérieure n'est autre qu'une face latérale. La torsion qu'on observe facilement sur la plupart des pétioles peut d'ailleurs faire reconnaître extérieurement cette orientation de la feuille, couchée sur le côté. Dans cette feuille, dont l'épaisseur a été peu modifiée, mais dont la largeur a très sensiblement diminué, la nervure médiane est devenue beaucoup plus grêle.

Fixons les idées par quelques nombres. Dans une feuille de la flèche, le rapport $\frac{E}{L}$ de l'épaisseur à la largeur de la feuille était à peu près $\frac{12}{10} = 1,2$. Dans une feuille d'une branche latérale aussi comparable que possible à la précédente (je veux dire une

feuille de même âge prise sur le même pied), ce rapport était devenu $\frac{11}{5,5} = 2$. Dans le même système de mesure, le diamètre C de la nervure médiane était exprimé par le nombre 3, d'où $\frac{E}{C} = 4$, pour le premier cas; — par 1,8, d'où $\frac{E}{C} = 6$ à peu près, pour le second cas. L'endoderme, dans la feuille de la

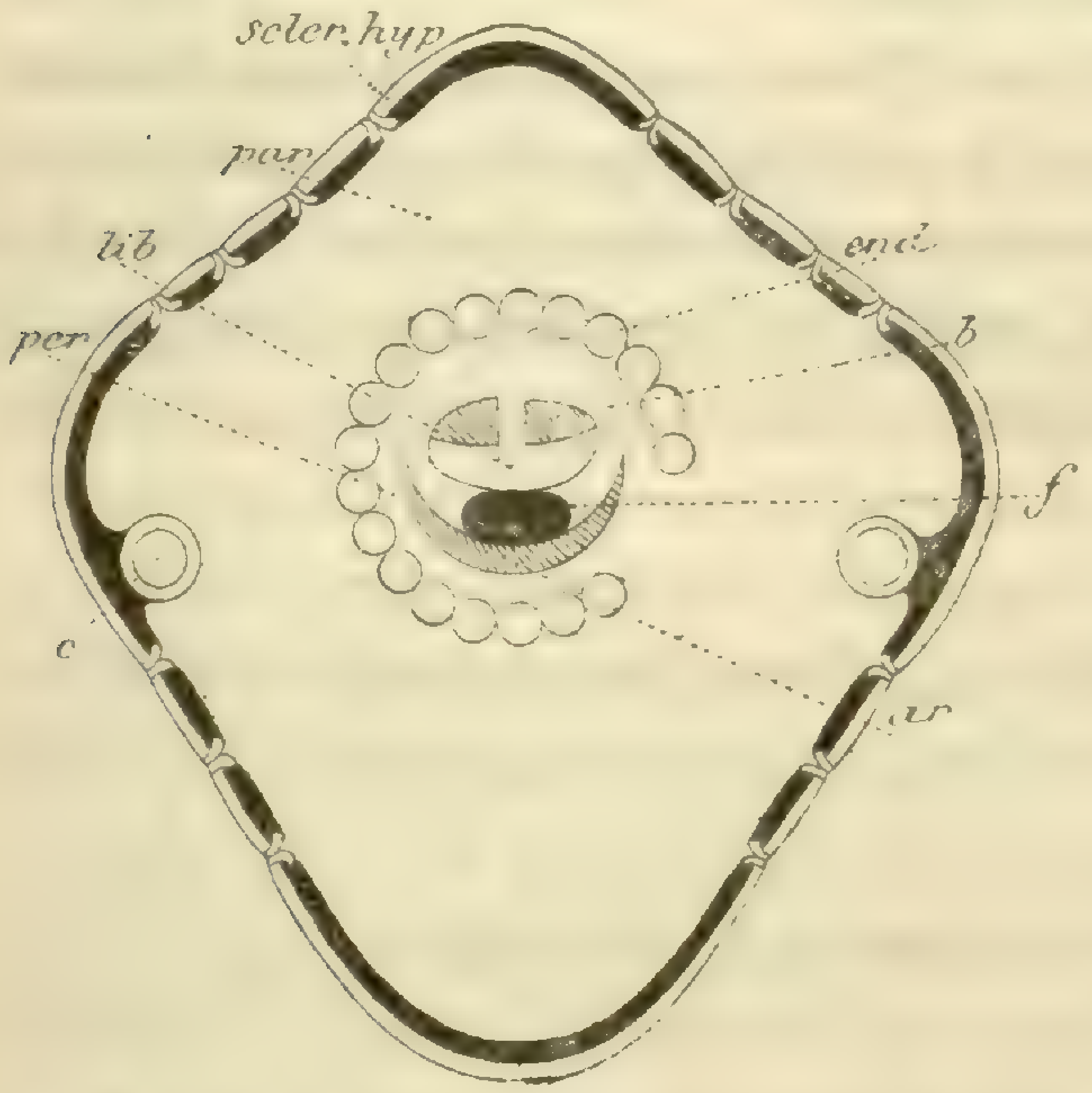


Fig. 73. — *Picea excelsa* : feuille d'une pousse verticale de nème année. — *scler. hyp.* sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *f*, fibres lisses; *b*, bois; *lib*, liber.

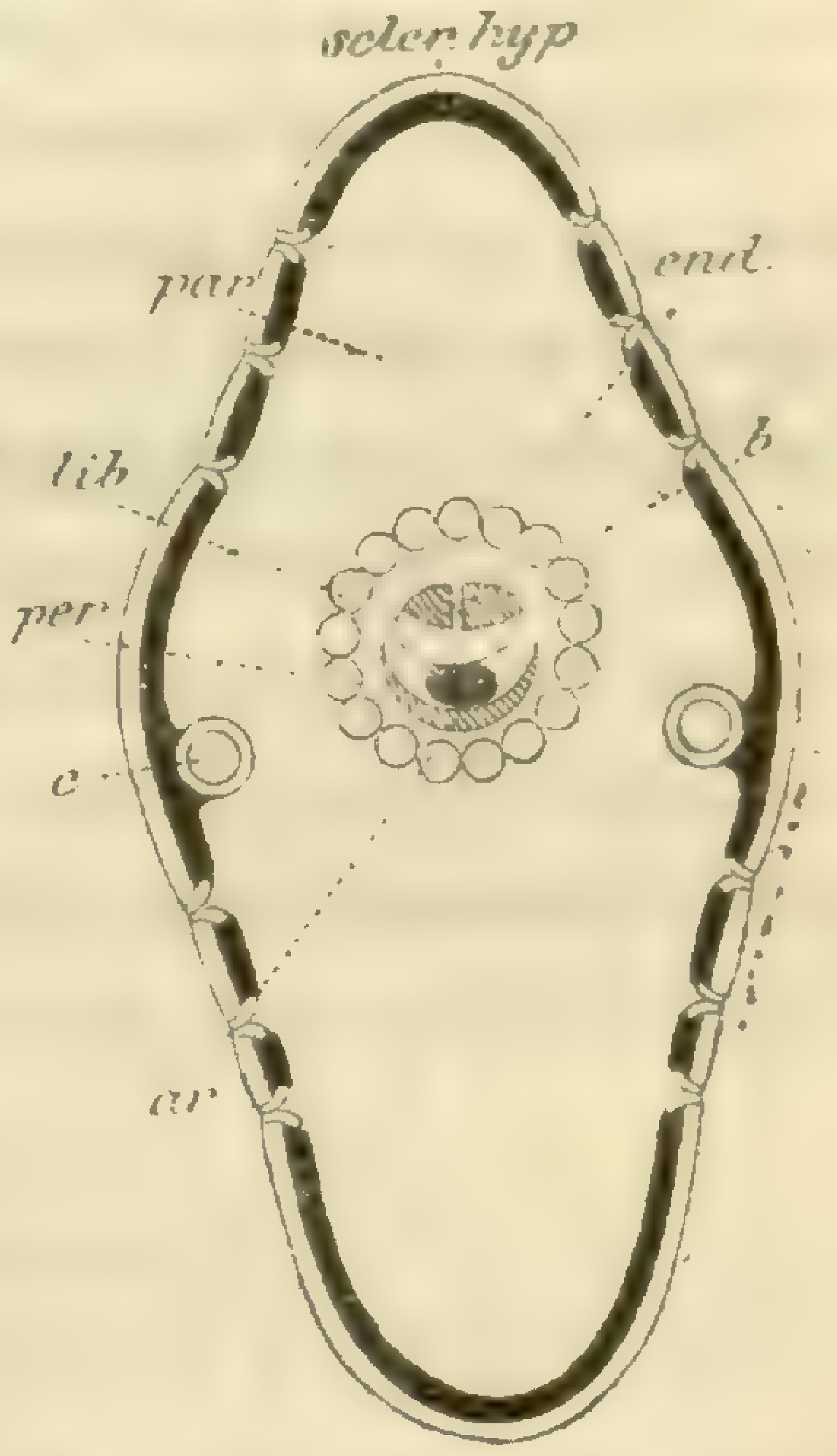


Fig. 74. — *Picea excelsa* : feuille d'une pousse latérale de nème année. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *f*, fibres lisses; *b*, bois; *lib*, liber.

flèche, comprenait 22 cellules; il n'en comptait que 16, sensiblement plus petites que les précédentes, dans la feuille latérale. La réduction avait donc porté surtout sur la nervure médiane.

La structure même de cette dernière est d'ailleurs assez notablement modifiée quand on passe d'une feuille de la flèche à une feuille latérale. Dans l'exemple que je viens de citer, le bois comprenait 37 vaisseaux et le sclérenchyme péricyclique 9 éléments fibreux, pour la feuille de la flèche (Pl. 16, fig. 10); pour la feuille latérale, on ne trouvait que 30 vaisseaux ligneux

et 5 éléments scléreux, les uns et les autres d'un calibre moindre que celui des parties correspondantes de la première (Pl. 16, fig. 11). Le liber et le parenchyme conjonctif de la nervure participaient à cette réduction générale dans le nombre et le volume des éléments.

Dans le parenchyme cortical, il n'y a guère d'autre différence à signaler que la diminution du nombre des assises cellulaires suivant le sens de l'aplatissement.

Reste l'hypoderme scléreux. Formé sur presque toute son étendue par une assise unique de cellules à parois épaissies et lignifiées, il se double d'une seconde assise vers l'angle inférieur dans la feuille de la flèche (Pl. 16, fig. 13), tandis qu'il n'offre pas, en général, d'épaississement semblable à l'angle supérieur. Au contraire cet épaississement hypodermique ne se produit nulle part dans la feuille aplatie, ou se produit aussi bien vers l'angle supérieur que vers l'angle inférieur, c'est-à-dire sur les deux bords rendus latéraux par la torsion du pétiole. Cette uniformité de l'hypoderme aux deux extrémités d'un diamètre de la section transversale de la feuille manifeste une sorte de tendance que la nouvelle orientation de l'organe lui donnerait à prendre un nouveau plan de symétrie, perpendiculaire au plan morphologique. Je dois ajouter que cette tendance ne se retrouve nullement dans le mésophylle, homogène comme celui des feuilles de la flèche.

Quant aux canaux sécréteurs, ils paraissent garder dans les feuilles aplaties à peu près le même calibre que dans les feuilles nettement quadrangulaires.

J'ai insisté un peu longuement sur les différences que j'ai pu observer entre l'une et l'autre forme de feuilles dans le *Picea excelsa*, parce qu'elles m'ont paru plus sensibles et plus intéressantes que dans d'autres espèces; mais cette étude, qui ne se rattache qu'indirectement au sujet de ce travail, fournirait (j'en suis convaincu) des résultats nombreux, si l'on se proposait de déterminer les relations générales qui peuvent exister, au moins chez les Conifères, entre l'orientation des feuilles et le développement de leurs différents tissus.

L'étude des autres espèces du genre *Picea* (sensu stricto) m'ayant fourni des résultats analogues à ceux que je viens d'exposer, concluons que les feuilles primordiales des Épicéas affectent la même disposition alterne que celles de l'arbre adulte; mais elles se distinguent de celles-ci par plusieurs caractères : leurs quatre arêtes, au lieu d'être lisses, présentent une fine denticulation, due à des poils épidermiques ; l'hypoderme, qui dans les feuilles définitives formera au moins une assise continue, est absent ou à peine indiqué; le faisceau libéroligneux de la nervure médiane reste absolument indivis, au lieu d'être dédoublé par une large lame de tissu conjonctif, comme dans les feuilles définitives ; quant au sclérenchyme, qui dans l'arbre adulte forme au-dessous de ce faisceau un cordon continu riche en grosses fibres lisses, il n'est qu'ébauché dans les feuilles primordiales et réduit au tissu aréolé.

Il serait bien invraisemblable qu'il n'y eût entre les deux genres *Abies* et *Picea*, que nous venons d'examiner, aucune forme intermédiaire : l'étude seule de la feuille permet d'en trouver. Ainsi M. Bertrand signale dans les *Picea ajanensis* et *sitchensis* des feuilles aplaties qui les rapprochent du genre *Abies;* la face supérieure de la feuille porte seule des stomates dans le *P. ajanensis*, on en voit aux deux faces dans le *P. sitchensis ;* le parenchyme, homogène dans la deuxième de ces deux espèces, est hétérogène et bifacial dans la première, qui s'éloigne le plus du type des *Picea* par son organisation foliaire.

Mais il existe d'autres formes, plus nombreuses, que l'organisation de leur appareil végétatif distingue assez nettement des vrais *Picea* pour qu'il ait été nécessaire de les séparer et d'en former deux sous-genres distincts, les sous-genres *Tsuga* et *Pseudotsuga*.

La feuille des *Tsuga*, molle, aplatie à la manière de celle des *Abies*, mais supportée par un coussinet à la façon de celle des *Picea*, possède à sa face inférieure deux bandelettes de sto-

mates. La nervure médiane comprend un faisceau libéro-ligneux simple, entouré de quelques éléments aréolés. Le parenchyme est hétérogène (une ou deux assises palissadiformes vers la face supérieure, tissu lacuneux vers la face inférieure). L'assise qui enveloppe la nervure médiane arrondit ses cellules de manière à constituer un endoderme fort analogue à celui des *Abies*. Quelques fibres hypodermiques renforcent les bords de la feuille ou sont disséminées vers le milieu des faces supérieure et inférieure. Enfin un canal sécréteur unique est placé dans le plan de symétrie, au-dessous de la nervure.

J'ai pu étudier de jeunes plants appartenant à quelques espèces de *Tsuga*, et notamment au *Ts. canadensis :* j'ai reconnu dans la différenciation progressive de la feuille des caractères tout à fait conformes à ceux que nous ont fournis jusqu'ici les genres *Abies* et *Picea*.

Le nombre des cotylédons de *Ts. canadensis* est de 3 ou 4; ils sont plats, très courts, largement et brusquement obtus à leur sommet. La section transversale du cotylédon présente la forme d'un triangle très surbaissé. L'épiderme ne porte de stomates épars qu'à la face supérieure; il n'est pas doublé d'un hypoderme. Le parenchyme est à peu près homogène, bien que l'assise la plus voisine de la face supérieure allonge légèrement ses cellules en palissade. La nervure médiane est simple et à peu près dépourvue d'éléments de soutien aréolés. Je n'ai pas vu d'appareil sécréteur.

Les feuilles de la première année, éparses le long de la première pousse, diffèrent des cotylédons par la forme elliptique de leur section transversale, — par la répartition de leurs stomates en deux bandelettes symétriques à la face inférieure, — par la netteté de l'assise palissadiforme adjacente à la face supérieure, — par l'apparition d'éléments aréolés plus nombreux dans le péricycle de la nervure médiane, — enfin par l'existence d'un canal sécréteur au-dessous de cette nervure. Elles diffèrent, d'autre part, des feuilles de l'arbre adulte par l'absence totale d'hypoderme et par le moindre développement du sclérenchyme péricyclique.

La feuille des *Pseudotsuga*, coriace, raide, aplatie, dépourvue de coussinet comme celle des *Abies*, diffère essentiellement de celle des *Tsuga* par la disposition de l'appareil sécréteur : deux canaux, situés symétriquement de part et d'autre de la nervure, sont accolés à l'épiderme inférieur dans le voisinage des bords. Elle se distingue aussi par le développement plus grand de l'assise hypodermique, qui peut se dédoubler le long des bords et s'étendre aux deux faces supérieure et inférieure, jusqu'entre les files de stomates. Celles-ci forment, comme chez les *Tsuga*, deux bandelettes symétriques à la face inférieure de la feuille, dont le parenchyme est aussi hétérogène.

Chez le *Ps. Douglasii*, pris pour exemple, le nombre des cotylédons est ordinairement de six, formant un verticille au sommet de la tigelle ; du milieu de ce verticille sort à la germination, comme chez les *Tsuga* et les *Picea*, une première pousse couverte de feuilles éparses à la façon de celles de la plante adulte.

La section transversale du cotylédon est encore triangulaire. Les stomates sont localisés à la face supérieure. Le parenchyme est homogène, bien que l'assise immédiatement adjacente à l'épiderme supérieur allonge légèrement ses cellules de manière à leur communiquer un aspect palissadiforme. L'appareil sécréteur fait défaut. Un endoderme net, dont les cellules subérifient leurs membranes, sépare ce parenchyme d'une nervure médiane, où le faisceau libéroligneux, simple d'un bout à l'autre, est accompagné de quelques cellules aréolées, lui constituant un appareil de soutien.

Dans une feuille prise sur un plant d'un an, la section transversale est sensiblement elliptique. Les stomates sont rejetés à la face inférieure où ils forment deux bandelettes assez rapprochées l'une de l'autre dans le plan de symétrie. Le parenchyme, à peine différencié en tissu palissadiforme et tissu lacuneux, contient, au voisinage des angles, deux canaux sécréteurs. Aucune trace d'hypoderme ne se remarque, pas plus aux angles qu'en face de la nervure médiane. Dans celle-ci, le bois du faisceau unique porte à sa face inférieure une sorte de lame vasculaire qui s'enfonce à la façon d'un coin entre les éléments du liber, qu'elle

partage en deux cordons symétriques; le péricycle ambiant contient quelques éléments aréolés.

Cette feuille, dont la structure diffère beaucoup, comme on le voit, de celle du cotylédon, se distingue surtout de celle de l'arbre adulte par l'absence totale d'hypoderme; ce caractère rentre dans la règle générale qui s'est dégagée de l'étude du genre *Picea* proprement dit.

L'hypoderme fait plus tard son apparition : on peut, par exemple, observer deux ou trois fibres vers le milieu de la face supérieure dans une feuille détachée d'une pousse de deuxième année; peu à peu il s'étend soit aux régions moyennes des faces supérieure et inférieure, soit aux angles latéraux de la feuille. En même temps s'accentue la différenciation du parenchyme en tissus palissadiforme et lacuneux.

3. — Genre Pinus.

La disposition et la forme extérieure des feuilles chez les Pins paraissent dès le premier abord très différentes de ce que nous avons vu dans les genres précédents. Un arbre avancé en âge ne porte de feuilles solitaires que sur les pousses terminales; mais ces feuilles se réduisent à de simples écailles. A l'aisselle de chacune d'elles se développe un rameau latéral qui demeure très court. Les premières feuilles de ce rameau, minces, écailleuses et insérées suivant une spire très surbaissée, forment une simple gaine protectrice aux dernières feuilles; celles-ci subissent seules un développement normal, et se groupent au nombre de deux, trois ou cinq, suivant les espèces, de manière à former une sorte de verticille ou de faisceau (*feuilles fasciculées*); c'est en partie ce mode de groupement qui a permis d'établir dans le genre *Pinus* un certain nombre de sections : les *Cembra* et *Strobus* (feuilles quinées); — les *Pseudostrobus*, où elles sont en général quinées, exceptionnellement ternées ou quaternées; — les *Tœda* (feuilles ternées en général, exceptionnellement géminées); — les *Pinea* (feuilles ternées ou géminées); — les *Pinaster* (feuilles géminées, très rarement ternées); — enfin les *Monophylla*, où

chaque gaine ne contient qu'une feuille simple (*aiguille*).

M. Kronfeld (1) a montré que certaines espèces de Pins, normalement pourvues de deux aiguilles par rameau court, peuvent accidentellement en porter trois ou davantage.

La forme des feuilles fasciculées dépend de leur mode d'association. Lorsque leur nombre dépasse 2, la section transversale de chacune d'elles est triangulaire ; lorsqu'elles sont géminées, cette section est demi-elliptique.

La structure des feuilles fasciculées peut être ainsi caractérisée : stomates aux deux faces ; — une ou plusieurs assises plus ou moins continues d'hypoderme scléreux ; — mésophylle homogène dont les membranes portent, vers l'intérieur des cellules, de curieux replis, bien des fois signalés ; — endoderme aussi net que celui des feuilles de *Picea ;* — nervure médiane dont le faisceau libéro-ligneux reste simple (sections *Cembra* et *Pseudostrobus*) ou se bifurque (sections *Toeda*, *Pinea* et *Pinaster*), et dont le péricycle renferme surtout du tissu aréolé, quelquefois des fibres à membranes épaisses et lisses ; — appareil sécréteur représenté par deux ou plusieurs canaux situés soit immédiatement au-dessous de l'hypoderme, soit dans la profondeur même du parenchyme, jusqu'au voisinage immédiat de l'endoderme. Bref, par l'homogénéité de leur parenchyme et la netteté de leur endoderme, ces feuilles éloignent bien plus le genre *Pinus* du genre *Abies* que du genre *Picea*, qui de ce point de vue peut être considéré comme fournissant une transition entre les deux types foliaires très différents des Pins et des Sapins.

Si l'on suit le développement d'un Pin à partir de la germination de la graine, on peut s'assurer que dans la première année, quelquefois même dans les premières années, ses feuilles présentent un aspect tout autre que celui qui vient d'être décrit. Elles sont éparses et distribuées sur une hélice allongée ; le cycle foliaire, facile à discerner, est le même que celui des écailles solitaires sur les pousses terminales d'un arbre adulte. Longues, aplaties dans le sens dorsiventral, et munies, au moins sur chacun

(1) Kronfeld : *Ueber Polyphyllie bei Pinus Mughus, P. silvestris* (*Sitzungsber. der K. K. zoolog. bot. Gesellsch. in Wien*, 1888).

de leurs bords latéraux, d'une rangée de poils dirigés obliquement vers la pointe, leur couleur est un vert glauque assez différent du vert plus vif des feuilles fasciculées. Plus tard seulement, soit dès la seconde année de végétation, soit dans une des années suivantes, exceptionnellement dès la première année, on voit se développer des pousses pourvues de feuilles fasciculées et dont les feuilles solitaires sont représentées par de simples écailles. Entre ces deux formes très différentes il semble qu'il n'y ait guère de transition; et l'on peut dire que les Pins, dans le cours de leur évolution, possèdent successivement deux types de feuilles qui paraissent généralement s'exclure : le type des feuilles éparses, insérées directement sur la pousse qui correspond à leur année d'apparition, et le type des feuilles fasciculées, portées par des ramifications courtes de cette pousse. L'apparition du second type est accompagnée normalement d'une réduction considérable du premier, qui passe à l'état d'écaille.

Ce polymorphisme foliaire a été signalé pour la première fois par M. de Tristan (1), qui l'avait remarqué sur le Pin maritime; il a été ensuite vérifié par A. P. de Candolle; il est tout à fait général dans le genre *Pinus*.

De ces considérations résulte, pour qui veut connaître exactement l'évolution foliaire dans une espèce donnée de Pin, la nécessité d'étudier successivement : 1° un cotylédon ; — 2° une des feuilles éparses prises sur un pied d'un an ; — 3° une des feuilles fasciculées d'un pied âgé. J'ai appliqué cette étude à bon nombre d'espèces ; je vais en indiquer les résultats pour quelques types choisis dans diverses sections.

Pinus Strobus. — (Section *Strobus*).

1° *Cotylédon.* — Les cotylédons, comme chez tous les Pins, forment un verticille entourant le sommet de la tigelle; leur nombre varie ordinairement entre 8 et 10.

La section transversale d'un cotylédon (fig. 75) est un triangle

(1) *Ann. du Muséum*, vol. XVI (1810), p. 241.

isocèle à sommet supérieur (forme très générale chez les Abiétinées).

L'épiderme ne porte de stomates qu'aux deux pans de la face supérieure ; dans aucune de ses parties il n'est doublé de fibres hypodermiques.

Le parenchyme est homogène ; les cellules qui le forment ont des membranes irrégulièrement contournées et offrant en certains points une première ébauche de ces plissements qui caractérisent le parenchyme de la feuille. L'assise qui double

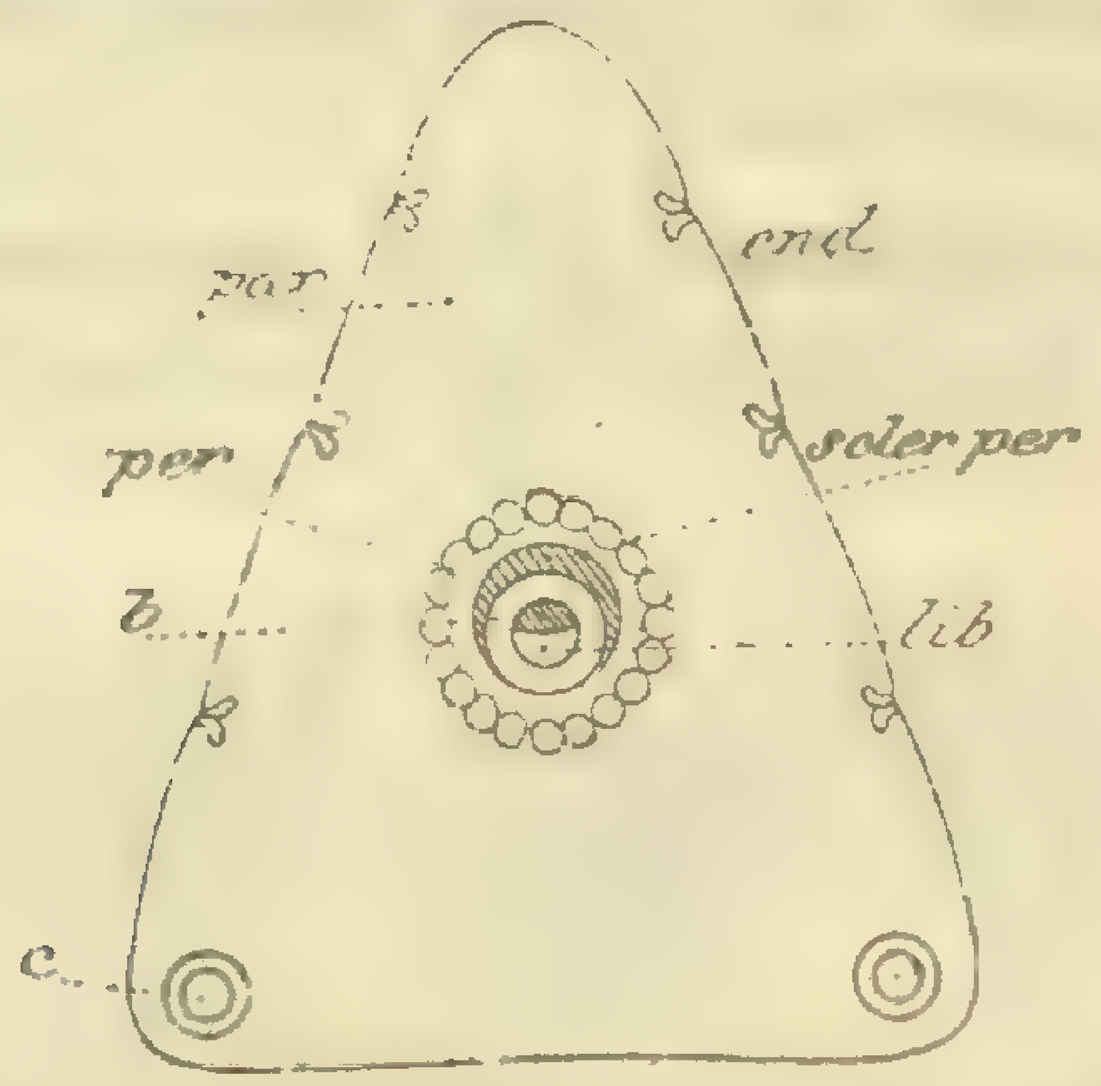


Fig. 75. — *Pinus Strobus* : cotylédon. — *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

immédiatement l'épiderme de la face inférieure est formée de cellules petites et arrondies. Vers les bords de cette face se remarquent deux canaux sécréteurs.

L'endoderme se présente avec une grande netteté autour de la nervure médiane ; il est cependant dépourvu de cadres d'épaississement subérifiés.

Le faisceau libéro-ligneux de la nervure est indivis ; il est entouré d'un péricycle dont certains éléments se montrent lignifiés et ornés de ponctuations aréolées.

2° *Feuille primordiale.* — La pousse qui surmonte la tigelle dans le cours de la première année ne porte, suivant la règle, que des feuilles éparses, longues, à section transversale sensiblement elliptique (fig. 76), bordées sur leurs quatre arêtes principales et surtout sur les deux latérales de poils épidermiques unicellulaires,

qui au premier abord leur communiquent un aspect denticulé.

L'épiderme porte des stomates sur les deux faces de la feuille; mais ceux-ci ne forment que des files espacées, ne s'associant pas en bandelettes. Pas plus que dans le cotylédon, on n'aperçoit de fibres hypodermiques.

Le parenchyme, toujours homogène, présente déjà, avec la plus grande netteté, ses plissements caractéristiques. Deux canaux sécréteurs, immédiatement sous-épidermiques, occupent les angles latéraux, au voisinage de la face inférieure (Pl. 17, fig. 14).

L'endoderme possède les épaississement subérifiés qui manquaient à celui du cotylédon.

Le faisceau libéro-ligneux médian reste encore indivis; cependant une lame de cellules conjonctives tend parfois à le

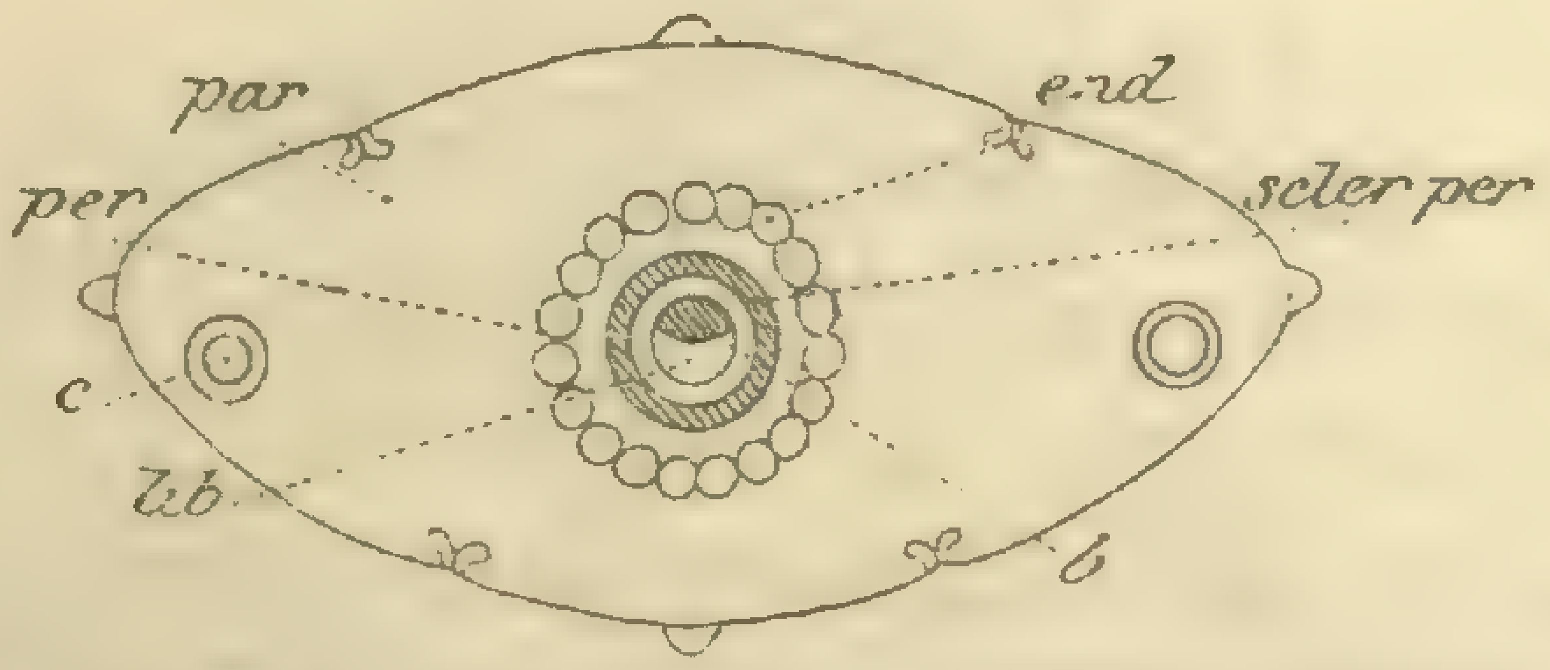


Fig. 76. — *Pinus Strobus :* feuille primordiale. — *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique: *b*, bois; *lib*, liber.

séparer en deux moitiés symétriques. Le sclérenchyme péricyclique se développe; les éléments aréolés se multiplient comme dans le cotylédon, surtout à la face ligneuse du faisceau.

3° *Feuille fasciculée.* — Dès la deuxième année de végétation, les pousses nouvelles se présentent avec l'aspect normal de la plante adulte. A l'aisselle de simples écailles, morphologiquement équivalentes aux feuilles alternes de la première pousse, se développent de courts rameaux, dont chacun porte un faisceau de cinq feuilles à section triangulaire (fig. 77); leurs trois arêtes, au lieu d'offrir de fins poils épidermiques, comme celles des feuilles primordiales, sont tout au plus granuleuses ou même absolument lisses.

Sur une coupe transversale, l'épiderme se montre pourvu de membranes très épaisses et fortement cutinisées qui réduisent

beaucoup les cavités cellulaires. Les cellules qui occupent les trois angles sont de distance en distance assez saillantes vers l'extérieur; c'est ce qui communique aux arêtes correspondantes l'aspect granuleux que j'indiquais tout à l'heure. Des stomates se montrent aux deux pans de la face supérieure, comme dans le cotylédon; je n'en ai pas remarqué à la face inférieure.

Une assise à membranes lignifiées double l'épiderme dans toute son étendue; cet hypoderme est sensiblement plus épais que l'épiderme, dont il comprime fortement les cellules.

Le parenchyme, homogène et pourvu de plissements, renferme de part et d'autre du plan de symétrie deux canaux sécréteurs

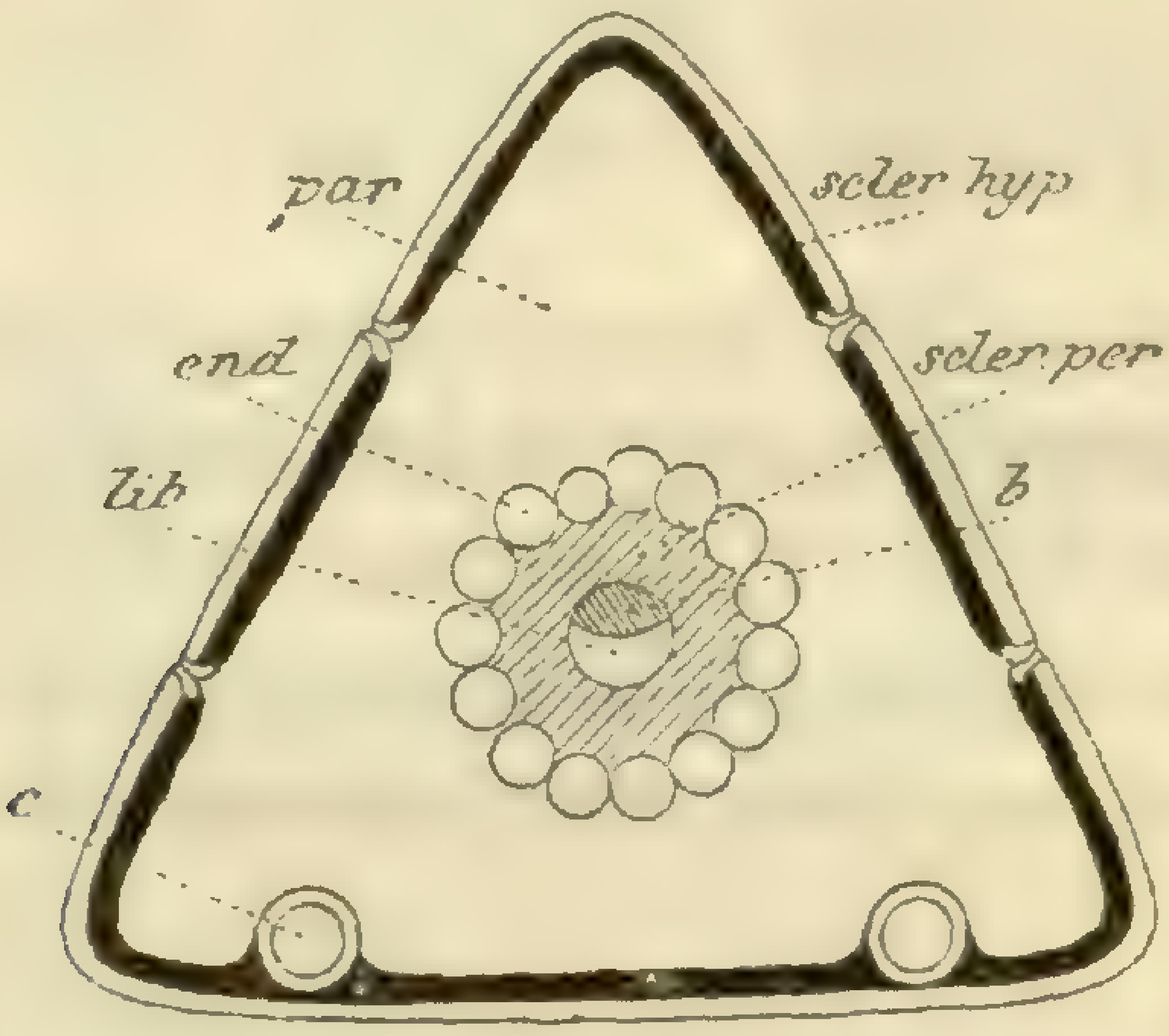


Fig. 77. — *Pinus Strobus* : feuille fasciculée. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

sous-hypodermiques, placés contre la face inférieure à quelque distance des angles latéraux (Pl. 17, fig. 15).

La structure de la nervure médiane ne diffère pas sensiblement de ce qu'elle est dans les feuilles primordiales. Le faisceau libéro-ligneux, indivis, est tout au plus traversé par une lame moyenne de cellules conjonctives; il est plongé dans une gaine de tissu aréolé, développée surtout vers sa face supérieure.

A mesure que la plante avance en âge, le nombre des éléments augmente dans le faisceau libéro-ligneux; c'est à peu près à cela que semble se borner le travail de différenciation qui s'accomplit alors dans la structure des feuilles successives.

Si nous comparons, d'après la description précédente, les

feuilles primordiales aux feuilles fasciculées, nous voyons aisément qu'elles diffèrent par plusieurs caractères :

1° Le cycle foliaire est facile à reconnaître dans les feuilles primordiales; il l'est beaucoup moins à la surface des rameaux très courts qui portent les feuilles fasciculées.

2° L'épiderme, lisse dans les feuilles fasciculées, est velu le long des arêtes des feuilles primordiales; il porte des stomates aux deux faces de ces dernières, tandis qu'il n'en possède qu'à la face supérieure dans les premières.

3° L'hypoderme sclérifié, absent dans les feuilles primordiales, forme dans les feuilles fasciculées une assise continue.

Pinus pinea (section *Pinea*).

La germination du Pin pignon présente dans son ensemble les mêmes caractères que celle du Pin du Lord. Les cotylédons forment encore un verticille au sommet de la tigelle; les feuilles restent éparses, velues et glauques pendant la première année du développement, souvent même bien au delà de cette limite.

1° *Cotylédon.* — Les cotylédons, nombreux (12 par exemple), sont longs, épais, beaucoup plus développés que les feuilles de la première année. Leur section transversale (fig. 78) présente la forme d'un triangle isocèle assez haut. L'épiderme porte des stomates sur les deux pans de la face supérieure, et n'en présente aucun à la face inférieure. A l'angle supérieur de la section on peut remarquer des poils épidermiques pluricellulaires, souvent assez longs. Le parenchyme, formé de cellules arrondies, à membranes lisses et légèrement contournées comme pour une ébauche de replis internes, se modifie dans son assise sous-épidermique, composée de cellules plus petites et plus serrées; vers la face inférieure, surtout du côté des angles, cette assise se multiplie et entoure deux canaux sécréteurs. Dans certains échantillons j'ai observé la présence d'un troisième canal sécréteur au voisinage de l'angle supérieur. La nervure médiane, enveloppée par une assise assez continue de grosses cellules arrondies, qu'on peut

assimiler à un endoderme, comprend un faisceau libéro-ligneux

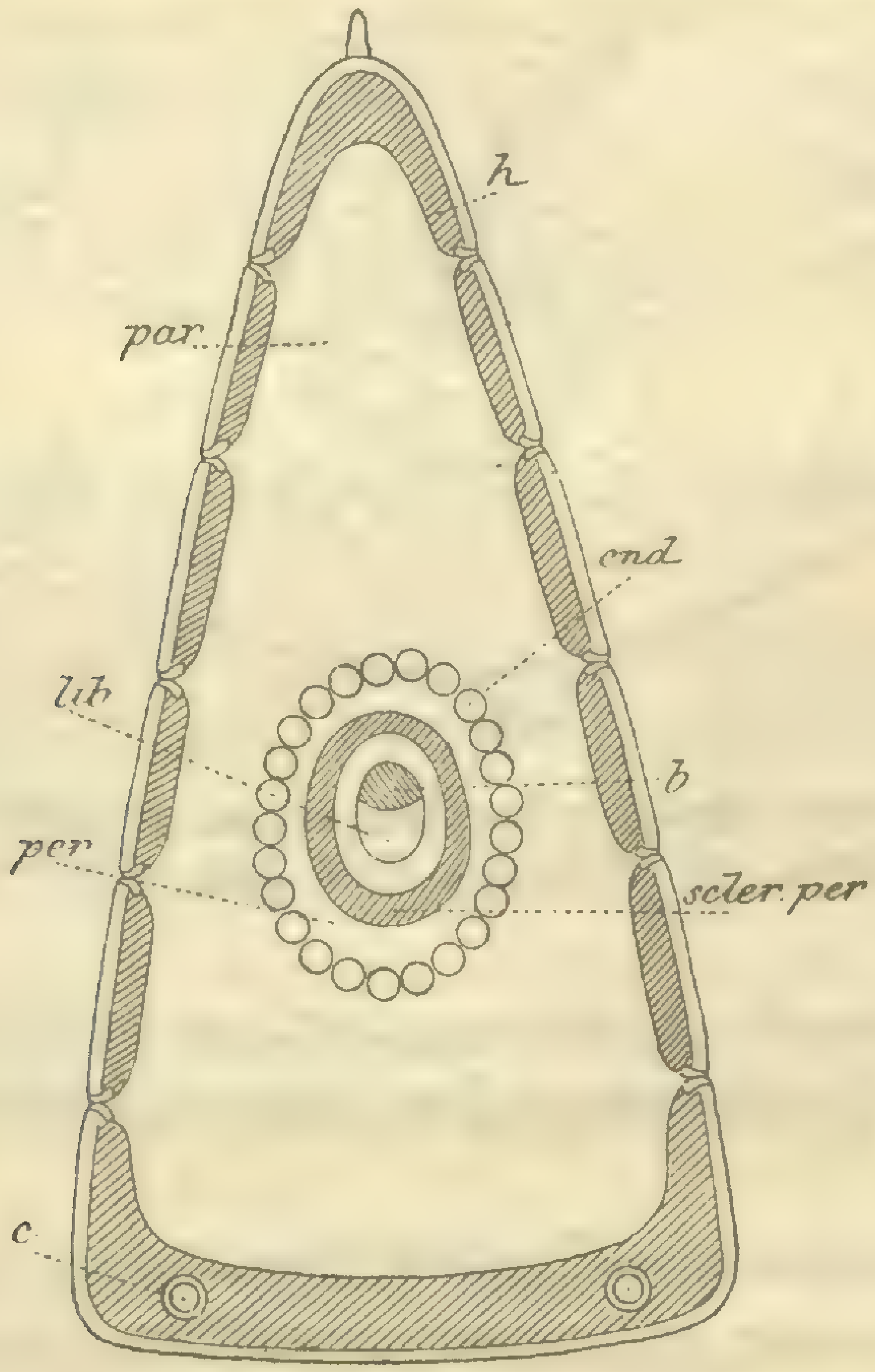


Fig. 78. — *Pinus pinea :* cotylédon. — *h*, hypoderme; *c*, canal sécréteur; *par*, parenchyme; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

indivis et plongé dans un péricycle dont de nombreux éléments se différencient en s'ornant de ponctuations aréolées.

2° *Feuille primordiale.* — Plus courtes et moins épaisses que les cotylédons, les feuilles de la première année présentent une section transversale grossièrement elliptique (fig. 79). L'épiderme porte au milieu des deux faces et surtout sur les bords latéraux de la feuille des poils unicellulaires; ses deux faces sont percées de stomates. Les membranes cellulaires du parenchyme, qui est homogène, offrent déjà des plissements très nets. Deux canaux sécréteurs, immédiatement sous-épidermiques, suivent les bords de la feuille. La nervure médiane, entourée d'un endoderme beaucoup plus net que celui du cotylédon et pourvu d'épaississements subérifiés, comprend encore un faisceau libéro-ligneux

indivis, enveloppé d'une gaine péricyclique de tissu aréolé; tout

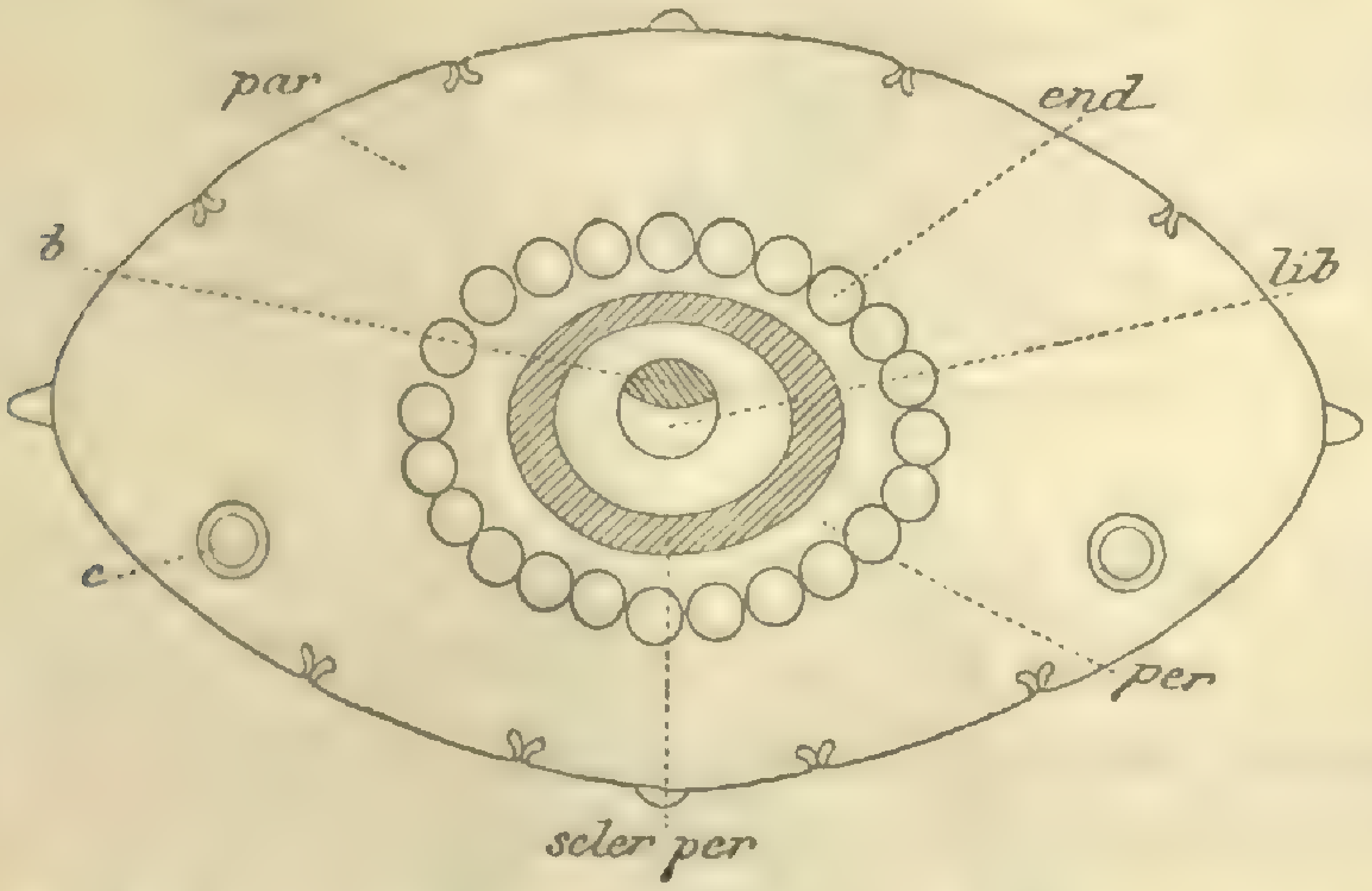


Fig. 79. — *Pinus pinea :* feuille primordiale. — *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique *b*, bois; *lib*, liber.

au plus une lame de cellules conjonctives tend-elle à diviser le bois et le liber du faisceau en deux masses symétriques.

3° *Feuille fasciculée.* — Toute différente est la structure d'une des feuilles géminées, qu'on peut recueillir sur un arbre adulte.

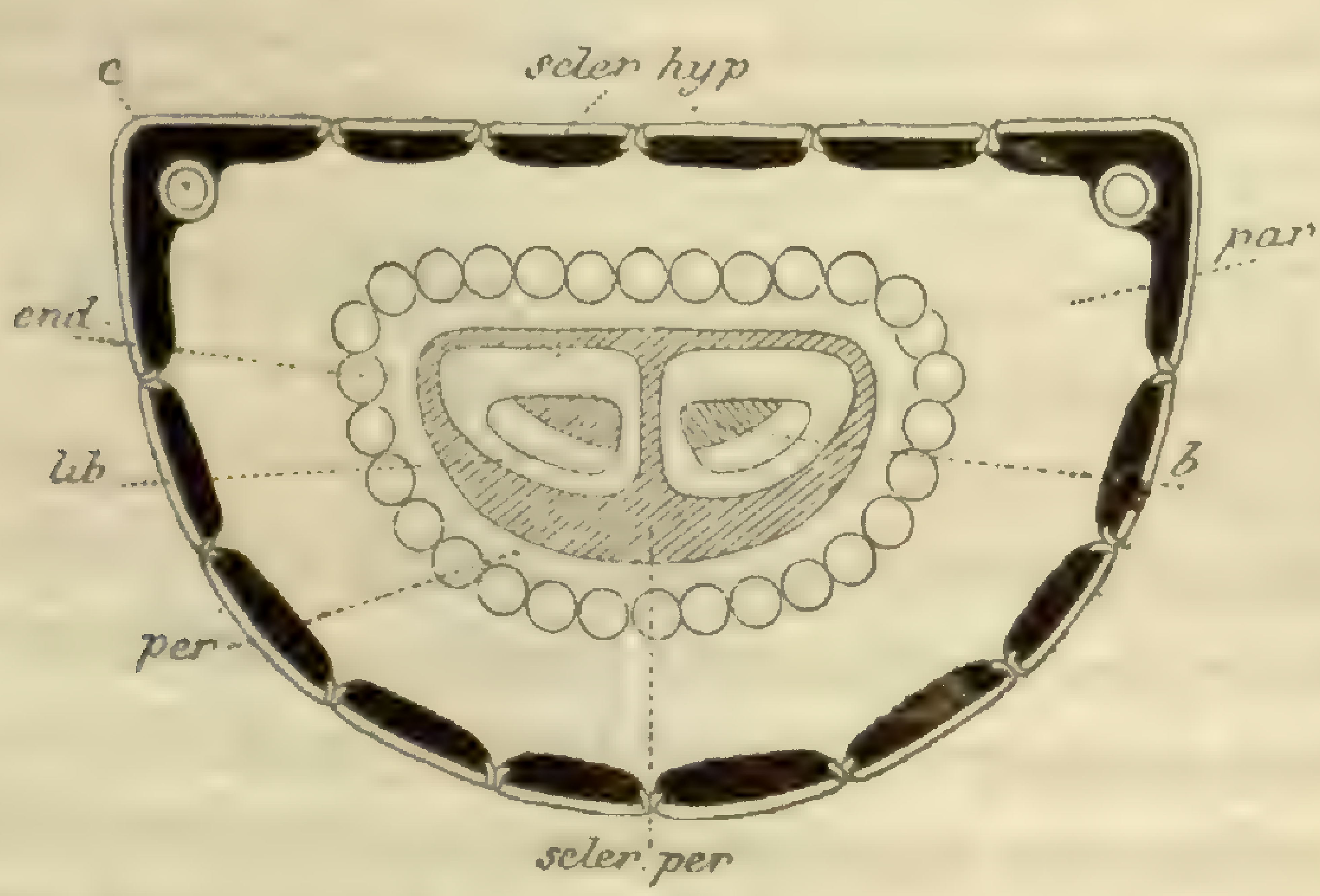


Fig. 80. — *Pinus pinea :* feuille fasciculée. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*; sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

Leur section transversale est demi-elliptique (fig. 80), leur surface lisse, leur couleur plus claire que celle des feuilles primordiales.

L'épiderme est percé de stomates aux deux faces. Il recouvre

un hypoderme scléreux formé d'une double assise dans presque toute son étendue, et qui sur bien des points (et en particulier aux angles latéraux) comprend même plus de deux assises.

Le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane, au lieu de rester simple, se bifurque et laisse pénétrer entre ses deux cordons symétriques une lame assez épaisse de tissu conjonctif. Le sclérenchyme péricyclique est encore représenté par un tissu aréolé, développé surtout vers la face libérienne du faisceau dédoublé.

Deux canaux sécréteurs occupent normalement les angles, où ils sont plongés en partie dans le tissu hypodermique ; dans de rares échantillons, j'ai constaté l'absence de ces canaux; par contre, j'ai eu l'occasion d'observer un canal très grêle placé, dans un exemplaire anormal, à l'intérieur de la nervure, au-dessus du faisceau libéro-ligneux, dans le tissu conjonctif qui contribuait à former la cloison moyenne de ce dernier.

Dans cette espèce, comme dans la première, bien qu'elles appartiennent à deux sections assez différentes du genre *Pinus*, on peut donc constater encore l'existence des feuilles primordiales, et observer que le passage de cette forme simple à la forme définitive est surtout caractérisé :

1° Par une modification phyllotaxique;

2° Par un changement d'état de la surface épidermique;

3° Par l'apparition des fibres hypodermiques;

4° Par une altération dans la structure de la nervure médiane, dont le faisceau libéro-ligneux se bifurque.

(*A suivre.*)

OBSERVATIONS

SUR LES

BERBÉRIDÉES, NYMPHÉACÉES, PAPAVÉRACÉES

ET FUMARIACÉES

DE LA FLORE DE FRANCE

Par M. Gaston BONNIER (1)

BERBÉRIDÉES.

BERBERIS.

1. *Morphologie.*

Le *Berberis vulgaris* lorsqu'il germe développe un axe hypocotylé allongé, renflé seulement dans sa partie inférieure et développe deux cotylédons ovales en pointe que surmontent d'abord deux feuilles primordiales déjà très semblables aux feuilles des rameaux de la plante adulte et à dents spinuleuses. Ensuite, les feuilles se modifient sur la tige principale et se transforment bientôt en épines, produisant l'année suivante des rameaux à leur aisselle.

Au sujet de la formation des épines, M. Lothelier a fait de curieuses expériences dont il nous a autorisé à figurer le résultat principal (fig. 81 et 82).

En faisant développer exactement dans les mêmes conditions

(1) Ces observations font suite à celles publiées dans la *Revue générale de Botanique*, en 1889.

de lumière, de température et d'arrosage deux échantillons d'Épine-Vinette, l'un dans l'air sec, l'autre dans l'air humide, on observe de grandes différences dans le développement de leurs feuilles.

C'est ainsi que la figure de gauche représente un *Berberis* cultivé

Fig. 81 et 82. — *Berberis vulgaris*; deux échantillons comparables ; celui de gauche est cultivé dans l'air sec, celui de droite est cultivé dans l'air humide (expérience de M. Lothelier).

dans de l'air desséché (sous une cloche avec une coupelle d'acide sulfurique), on voit qu'après trois feuilles primordiales ordinaires et dont le limbe est développé, brusquement la plante ne produit plus que des feuilles transformées en épines.

La figure de droite représente un pied comparable développé en même temps et dans les mêmes conditions, mais à l'air humide

(sous une cloche avec une coupelle d'eau). On voit que toutes les feuilles ont leur limbe développé comme les premières.

Si l'on place le premier pied dans l'air humide après l'avoir fait développer dans l'air sec, les feuilles suivantes développent leur limbe au lieu d'être épineuses. On peut également faire l'expérience inverse.

Ces expériences montrent combien la sécheresse de l'air influe sur la formation des piquants de l'Épine-Vinette. Dans les stations naturelles, on peut observer que les piquants sont aussi plus développés dans les localités où l'air est très sec.

2. *Distribution.*

Berberis vulgaris L. — Malgré la loi récente qui a ordonné la destruction de cette plante qui, comme on sait, porte la forme écidienne du champignon qui cause la rouille du blé, le *Berberis* existe encore en abondance dans presque toute la France.

On l'indique souvent comme étant exclusif des terrains calcaires. Je l'ai trouvé en Dauphiné en beaucoup d'endroits où le sol était dépourvu de carbonate de chaux et parfois sur les terrains granitiques en Alsace. On le trouve aussi sur le silex en Auvergne (Arb.).

En certaines régions l'Épine-Vinette est rare ou paraît n'être pas spontanée. C'est ainsi qu'elle est très rare dans l'Aude (Bai., F. et B.) et très rare dans le Cantal (Mlz.), qu'elle est assez rare dans le Tarn où elle ne semble pas spontanée et dans l'Aveyron (C.). D'ailleurs, là où le *Berberis vulgaris* existe spontanément sa répartition géographique est toujours très variable. Aux environs de Paris, on peut citer sa grande abondance entre Herblay et l'Isle-Adam (Boud.), tandis que cet arbuste est bien moins fréquent dans les localités, analogues comme sol, du département de Seine-et-Marne (1).

Dans la Haute-Marne, la Marne et les Ardennes, cette espèce

(1) Pour les abréviations des noms d'auteurs cités qui ont bien voulu me communiquer leurs observations inédites, voir le tableau de la page 331. (*Revue générale de Botanique*, 1889.)

semble devenir plus rare que dans la Côte-d'Or (Baz.). Le *Berberis* est très commun dans les Basses-Alpes et est très rare dans le Var.

La variation de son extension en altitude relative est aussi à signaler. Dans les Alpes, on trouve le *Berberis* au-dessous de la région subalpine, tandis que dans le Jura on le trouve dans la haute région des sapins.

EPIMEDIUM

Epimedium alpinum L. — Cette plante a été naturalisée à Nancy, à Marcilly-sur-Eure, à Bex, à Dijon, à la Chartreuse de Saint-Hugon. Elle se reproduit par graines en Savoie.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX
DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES
PARUS DE JUILLET 1889 A AVRIL 1890

I. — PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

1° *Physiologie de la cellule.*

Nous avons analysé, dans la revue précédente de Physiologie, les recherches de M. Wortmann sur l'accroissement de la cellule, et nous avons, de même, résumé les objections soulevées à ce propos par M. Noll. Le dernier travail de M. Wortmann (1) est moins un exposé de faits nouveaux qu'une réponse à ces objections.

Le point principal sur lequel diffèrent M. Wortmann et M. Noll se rapporte aux causes qui règlent la plus ou moins grande extensibilité des membranes du côté convexe ou du côté concave dans les cellules présentant des phénomènes de courbure.

D'après M. Wortmann, l'accroissement d'une cellule dépend de trois facteurs : force osmotique du contenu, extensibilité de la membrane, quantité d'eau fournie par le milieu. Une cellule en voie de croissance produit d'abord des substances osmotiques ; avec ces substances elle attire l'eau qui l'entoure, et l'eau ainsi introduite, distendant les membranes par turgescence, accroît le volume de la cellule. En même temps les substances produites viennent par apposition, épaissir les membranes. Deux cas sont alors à considérer : 1° La cellule est placée normalement. Toutes les matières qui doivent contribuer à la formation de la membrane se répartissent alors uniformément sur toute la surface de cette cellule. Celle-ci présente partout, dans ce cas, la même épaisseur, par suite la même extensibilité et, tout en augmentant de volume, conserve sa forme première ; 2° Au contraire, la position de la cellule est modifiée, une cellule de la tige, par exemple, est placée horizontalement. On sait que, dans de telles conditions, la cellule se courbe. Cependant la production de substances osmotiques et l'apport d'eau restent évidemment les mêmes que dans le premier cas. Les changements survenus se rapportent donc au troisième facteur : l'extensibilité ou la formation de la membrane. Comme, toutefois, la quantité de matières produites et apposées à la membrane ne change pas dans son ensemble, il ne reste à admettre qu'une répartition inégale de ces matières sur les deux faces courbes opposées de la cellule. Tandis, par exemple, qu'à l'état normal, pour 10 parties de substances apposées, chaque membrane en reçoit 5, dans

(1) Wortmann : *Ueber die Beziehungen der Reizbewegungen wachsender organe zur den normalen Wachsthumserscheinungen* (Botanische Zeitung, 1889, nos 28-30).

le cas d'un accroissement inégal, au contraire, pour la même quantité totale, le côté concave en reçoit 3, le côté convexe 7. De là résulte l'extensibilité inégale des deux faces opposées.

C'est ce dernier point de la théorie de M. Wortmann que conteste en particulier M. Noll. Selon lui, la membrane d'une cellule en voie de courbure est plus extensible sur le côté convexe, non parce que son épaississement se trouve amoindri, mais parce que le protoplasme exerce sur elle une action chimique particulière qui augmente son extensibilité, en même temps qu'une action analogue, mais inverse, diminue celle de la face concave.

M. Noll n'apporte du reste aucune preuve positive de l'influence du protoplasma sur la plus ou moins grande extensibilité de la membrane. Le mode d'action de ces propriétés chimiques particulières restant un mystère, M. Wortmann refuse de les admettre. Il considère comme bien plus simple de rechercher les causes de la courbure dans les membranes elles-mêmes et dans leurs extensibilités inégales, dues à des épaississements inégaux. L'extensibilité inégale des deux faces opposées d'une cellule courbée a, en effet, été prouvée par M. Wiesner au moyen de la plasmolyse. D'autre part, comme M. Noll lui-même le reconnaît, non seulement les membranes du côté concave de cette cellule courbée, sont relativement moins extensibles que celles du côté convexe, mais même, au point de vue absolu, elles sont moins extensibles qu'elles le seraient à l'état normal, si l'organe n'avait pas été déplacé ; l'inverse a lieu pour la face convexe. Ce fait vient à l'appui de l'opinion de M. Wortmann, car il s'explique facilement par une répartition inégale des matières d'épaississement sur les faces opposées de la cellule courbée.

En attendant d'autres recherches, il faut donc reconnaître que la théorie de M. Wortmann a tout au moins l'avantage de ne pas faire appel à des propriétés chimiques ignorées, d'être claire, et de concorder avec les faits connus.

Les causes externes qui peuvent influer sur l'accroissement de la cellule et produire, par suite, dans les organes, des phénomènes de courbure, sont nombreuses, et il est souvent difficile de déterminer le rôle précis qu'il convient, dans un cas particulier, d'assigner à chacune d'elles.

On admet, par exemple, que les mouvements des fleurs sont dus à la pesanteur et à la lumière, mais il ne faut pas oublier que cette dernière, outre son action propre, agit encore comme source de chaleur. Il y a donc là deux causes simultanées, dont il convient d'examiner séparément les effets. M. Vöchting (1) a cherché précisément à déterminer l'influence de la chaleur sur les mouvements floraux, indépendamment de la lumière. Ses expériences ont été faites sur l'*Anemone stellata*. Quand le moment de l'épanouissement floral de cette plante est arrivé, la tige, jusqu'alors courbée, se relève, et la fleur s'ouvre aux premiers rayons du soleil. Le soir, les feuilles du périanthe, se rapprochant, passent à l'état de sommeil, et le pédoncule

(1) H. Vöchting : *Ueber den Einfluss der Wärme auf die Blüthenbewegungen der Anemone stellata* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XXI, fasc. 2).

floral se penche de nouveau, jusqu'au matin, où il se redresse. Ces mouvements de veille et de sommeil persistent pendant toute la floraison, mais, quand le périanthe est tombé, le pédoncule floral se relève et devient dès lors insensible à toutes les variations de chaleur et de lumière. Ces faits étant connus, M. Vöchting place, un jour de soleil, vers onze heures, les fleurs ouvertes sous une cloche aux parois sombres. Il constate alors que les fleurs, malgré l'obscurité, ne se ferment pas et que leurs pédoncules restent droits jusqu'au soir.

Au contraire, même fortement éclairées par le soleil, les fleurs se ferment et les tiges se courbent quand on produit sous la cloche qui les recouvre un abaissement de température (+ 7° au lieu de + 18°) au moyen d'un mélange réfrigérant. Enfin, à l'obscurité, les fleurs fermées se sont rouvertes, à une température de 20°. Du reste les mouvements des tiges continuent pendant deux ou trois jours, même lorsque leurs fleurs ont été enlevées. L'*Anemone nemorosa*, la *Tulipa silvestris* ont présenté les mêmes phénomènes. La lumière n'a donc pas, par elle-même, sur les mouvements de veille et de sommeil l'influence qu'on lui attribue; ces mouvements ne sont pas dus à l'alternance quotidienne de la lumière et de l'obscurité, mais aux variations de température qui en résultent.

On sait que ces variations de température, de chaleur, etc., cessent, au-dessous d'un minimum déterminé, d'être perceptibles à nos sens, et on admet, pour l'homme, qu' « une sensation quelconque est proportionnelle au logarithme d'excitation ». Lorsque Weber formula cette loi des perceptions humaines, il ne se doutait certes pas qu'elle serait un jour, par une généralisation aussi hardie qu'originale, appliquée au règne végétal. M. Pfeffer l'a pourtant déjà reconnue applicable aux mouvements dits chemotropiques du *Bacterium Termo*, et, tout récemment, M. Massart (1) l'a vérifiée de nouveau pour l'héliotropisme d'un champignon.

Des cultures pures de *Phycomyces nitens* sont placées en séries longitudinales, à des distances égales, sous une caisse rectangulaire dont on a enlevé les deux faces opposées les plus petites. Aux deux extrémités ouvertes de cette sorte de tunnel, deux miroirs reflètent à l'intérieur la lumière d'une lampe posée sur la caisse.

Chaque culture est ainsi éclairée sur deux côtés par deux sources lumineuses de même intensité, mais, tandis que la culture du centre reçoit la même quantité de lumière sur ses deux faces, les autres cultures en reçoivent des quantités différentes. Ces dernières cultures seules se courbent. On fait alors varier l'intensité de la source lumineuse en approchant ou en éloignant la lampe et l'on calcule, dans tous ces cas, les quantités de lumière reçues par chaque culture sur ses deux faces opposées. M. Massart a ainsi constaté que, quelle que soit l'intensité lumineuse, le champignon se courbe quand la lumière reçue par l'une des faces surpasse, au moins, la lumière reçue par l'autre de $\frac{18}{100}$ ou $\frac{1}{5,55}$. L'auteur fait remarquer, en terminant, que le

(1) Jean Massart : *La loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme d'un champignon* Bulletin de l'Académie de Belgique, vol. 12).

champignon est, par suite, bien moins sensible que l'homme à la lumière, mais que sa sensibilité lumineuse est plus fine que notre sensibilité auditive ou tactile.

En ce qui concerne l'action de la lumière sur les organismes inférieurs libres, M. Stahl a observé que le *Closterium moniliferum* se rapproche de la source lumineuse quand celle-ci est faible et s'en éloigne quand elle est forte, mais il n'a pas constaté le fait sur d'autres Desmidiées. M. Aderhold (1) a repris cette expérience et obtenu des résultats plus généraux. La plupart des Desmidées se dirigent vers la lumière, elles s'appuient sur un côté et relèvent plus ou moins l'autre. S'il ne tombe, en leur voisinage, qu'un rayon lumineux, elles se mettent dans sa direction, puis se meuvent vers lui, mais la position axiale est, avant tout, nécessaire. L'angle d'inclinaison est constant pour la même espèce, il n'est pas le complément de l'angle d'incidence de la lumière et dépend de la forme de l'extrémité de l'algue. Quant à la phototaxie négative, à fort éclairement, elle n'est observable que sur certaines espèces, précisément celles dont la phototaxie positive est difficile à constater, à faible lumière.

Ces organismes inférieurs libres présentent souvent une propriété particulière, désignée par M. Stange (2), sous le nom de *chemotactisme*. M. Engelmann a reconnu que l'oxygène attirait les Bactéries; M. Stahl a vu de même des plasmodies se diriger vers un décocté de tourbe. Tous ces mouvements, provoqués par des agents chimiques, sont dits chemotactiques. Grâce à eux, les organismes libres sont amenés vers le lieu où ils trouveront la nourriture qui leur est nécessaire. M. Pfeffer a ainsi observé des spores des Saprolegniacées qui se dirigeaient vers la matière qui diffusait des muscles de cadavres de mouches. Quelle est, dans cette substance, l'élément qui les attire? C'est ce qu'a recherché M. Stange. A cet effet, il plonge dans la goutte d'eau renfermant les zoospores l'extrémité ouverte d'un tube capillaire de 13 à 15 μ de diamètre, fermé à l'autre bout, et rempli d'une solution plus ou moins concentrée de la matière à examiner. Si la solution est trop concentrée ou si la substance employée ne les attire pas, les zoospores restent à une certaine distance de l'ouverture du tube ou s'enfuient. Si, au contraire, les conditions sont favorables, on les voit, aussitôt arrivées dans la zone de diffusion, tourbillonner et se précipiter dans le tube. L'auteur a ainsi constaté que les combinaisons carbonées ou azotées si nécessaires à la structure du végétal n'agissent pas comme matières attirantes. L'azotate de potasse, le sulfate de potasse, le chlorate de potasse, le sulfate de magnésie, la glycérine, les sucres repoussent les zoospores ou les laissent indifférentes. Les phosphates de potasse, de soude, de chaux, sont au contraire très actifs. Ce sont eux, sans nul doute, qui, très abondants dans les extraits de viandes, sont les agents de l'excitation.

(1) Aderhold: *Beitrag zur Kenntniss richtender Kräfte bei der Bewegung niederer Organismen* (Ienaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. V, XXII).

(2) Stange : *Ueber chemotactische Reizbewegungen* (Botanische Zeitung. 1890, 7-11).

La potasse libre n'attire pas; l'acide phosphorique, au contraire (0,01 p. 100) a une action vive et rapide. Cet acide est donc la cause essentielle de l'attraction; les meilleurs excitants sont ses combinaisons avec les métaux alcalins ou alcalino-terreux. Les mêmes expériences ont été faites avec les myxamœbes de Myxomycètes. Les phosphates, nitrates, sulfates, les acides phosphorique, citrique, tartrique, le tannin, la glycérine, le glucose n'ont exercé aucune action sur les amœbes du *Chondrioderma difforme*. Au contraire, l'acide malique (0,5 p. 100) et, à un bien plus faible degré, les acides lactique et butyrique ont agi. De même le malate et le lactate de potasse ont attiré les amœbes. L'agent principal de l'attraction est ici l'acide malique à 0,5 p. 100. Il est à remarquer que la solution de malate de potasse présentant l'optimum de concentration, correspond à 1 p. 100 d'acide malique; on ne peut donc déduire de la composition chimique d'un sel la mesure de son action. Avec les myxamœbes d'*Athalium septicum*, l'acide le plus favorable à l'attraction est l'acide lactique. Enfin, ajoutons que, dans toutes ces expériences, l'âge de l'organisme a une grande influence, mais que la température et la plus ou moins grande abondance d'oxygène sont des facteurs négligeables.

Parmi les influences diverses qu'exerce la lumière sur la plante, M. Kolderup Rosenvinge (1) en signale une, jusqu'ici ignorée, au sujet de l'organisation polaire de certaines algues. Un œuf de Fucus est primitivement sphérique, mais, au moment de la germination, la formation d'une cloison le divise en deux cellules : une petite qui constituera un rhizoïde, et une grande qui formera le thalle. La plante n'est plus alors symétrique que par rapport à un axe, elle a une *organisation polaire*. Or M. Kosenvinge a constaté que la lumière agit souvent sur cette polarité. Ainsi, dans des œufs de *Pelvetia canaliculata*, exposés de façon à ne recevoir la lumière que d'un seul côté, la première cloison tend toujours à se former perpendiculairement à la direction des rayons lumineux, la petite cellule étant tournée vers le côté le moins éclairé. Il n'y a guère d'exception que pour le *Fucus serratus*, dont les œufs orientent indifféremment leur première cloison. Pour toutes les espèces, la pesanteur ne parait avoir aucune action sur la polarité. D'autre part, le rhizoïde, que nous avons vu fuir la lumière, semble éviter de même une trop grande abondance d'oxygène, car, lorsque plusieurs œufs sont rapprochés les uns des autres, leurs rhizoïdes sont toujours dirigés vers le centre de l'agglomération, où l'oxygène est plus rare.

Chez les plantules de certaines Phanérogames, la tige, primitivement symétrique par rapport à un axe, n'est plus, vers la fin de la première année, que symétrique par rapport à un plan : elle prend une disposition dorsiventrale. En n'éclairant les plantules que d'un seul côté, M. Rosenvinge a reconnu que pour un certain nombre de plantes, la face tournée vers la lumière devient toujours la face supérieure. C'est le cas pour le Hêtre, l'*Anthyllis tetraphylla*, etc. La dorsiventralité, comme la polarité, est donc

(1) Kolderup Rosenvinge : *Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes* (Revue générale de botanique, 1889, 2-6).

souvent due à l'influence de la lumière. Exception doit être faite cependant pour le *Pisum sativum* et pour le *Vicia faba* dont la dorsiventralité paraît indifférente à la lumière et n'est déterminée que par la pesanteur.

Toutes ces observations ne sont, du reste, applicables qu'à la tige principale. L'organisation dorsiventrale des rameaux est ordinairement indépendante des conditions externes et ne dépend que de la position du rameau par rapport à la tige mère.

Les agents extérieurs ont été longtemps considérés comme la cause exclusive des mouvements protoplasmiques observés dans certaines cellules, mais on sait aujourd'hui que ces mouvements représentent un fait général, résultant d'une activité propre du protoplasma.

Ces mouvements sont de deux sortes : mouvements de rotation, entraînant le protoplasma, dans un courant circulaire, le long des parois de la cellule ; et mouvements de circulation, le conduisant, dans un courant transversal, d'une paroi à la paroi opposée. M. Janse (1) a suivi ces mouvements sur le *Caulerpa prolifera*. Le *Caulerpa prolifera* est une algue marine, morphologiquement composée d'une seule cellule, mais se comportant, physiologiquement, comme une plante pluricellulaire, puisqu'elle présente des rhizoïdes, un rhizome et des feuilles, dont aucune paroi n'interrompt la communication. Une particularité du Caulerpa est la présence, dans tous ses organes, de trabécules protoplasmiques unissant deux points de la paroi. Dans la feuille, ces trabécules, perpendiculaires aux surfaces foliaires, ont pour effet de s'opposer à une trop forte distension des parois sous l'action de la turgescence. Dans les rhizoïdes, le rhizome et les pétioles des feuilles, leur direction est quelconque. De plus, d'autres trabécules unissent entre eux les trabécules des parois et toutes ces anastomoses, dirigées dans tous les sens, forment un réseau très compliqué. Tous ces trabécules se forment dans les courants protoplasmiques par suite d'un dépôt de molécules de cellulose s'agrégeant en une assise résistante. Ils sont recouverts, comme les parois cellulaires, d'une couche protoplasmique et l'on peut ainsi distinguer dans la cellule trois sortes de protoplasmes : 1° protoplasme de la paroi, renfermant les grains chlorophylliens ; 2° protoplasme des trabécules ; 3° protoplasme proprement dit, traversant dans tous les sens le liquide cellulaire sous forme de cordons, d'épaisseur variable, qui partent rarement de la paroi et relient, en général, les trabécules. M. Janse a étudié le déplacement de ces trois sortes de protoplasmes. D'après ses recherches, le mouvement du protoplasme pariétal est très faible, si même il existe ; il en est de même du mouvement du protoplasme des trabécules. Au contraire, le mouvement des cordons est rapide (110-180 μ par minute) et facile à observer. La rapidité de leur déplacement dépend de la grosseur des granulations protoplasmiques : faible pour les gros noyaux, elle est très grande pour les petits, surtout dans les filaments, presque hyalins, qui en renferment peu. L'intensité du courant augmente et diminue avec le besoin de nutrition.

(1) Janse : *Die Bewegungen des Protoplasma von Caulerpa prolifera* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 1889, fasc. 2).

En résumé, il n'y a pas ici de mouvements de rotation du protoplasme, pareils à ceux qu'on observe chez les *Nitella* et chez les *Hydrocharis*. Il n'y a que des mouvements de circulation, qui ne doivent pas être comparés à ceux des poils radicaux des *Tradescantia* ou des *Cucurbita*. Chez ces derniers, en effet, les courants centraux, réunis entre eux par le courant circulaire, suivent toujours la même direction. Il n'en peut être de même pour le *Caulerpa*, qui ne présente pas de courant circulaire. Le plasma, après avoir cheminé transversalement, revient sur lui-même.

Les changements qui surviennent dans le contenu cellulaire en présence des solutions alcalines ont déjà fourni à MM. Lœw et Bokorny l'occasion de nombreuses recherches. Aujourd'hui M. Bokorny (1) rapproche ces phénomènes de ceux que Darwin observa dans les cellules de tentacules de Drosera, au contact de corps étrangers, et qu'il désigna sous le nom d'*agrégation*.

Quand on excite un tentacule de Drosera, quel que soit le moyen d'excitation employé, voici ce qu'on observe. Les cellules épithéliales de la tête et du pied du tentacule, remplies, avant l'excitation, d'un liquide homogène rouge, renferment, après, des corpuscules, aux formes variées et changeantes, d'une substance pourpre, tenue en suspension dans un liquide coloré ou presque incolore. Ce changement se communique même aux tentacules qui n'ont pas été touchés. Mais après que l'excitation a cessé et que les tentacules se sont de nouveau allongés, toutes les petites masses protoplasmiques se redissolvent, et le contenu cellulaire reprend sa couleur pourpre homogène. Cette agrégation ne se produit que dans les cellules vivantes.

M. Bokorny, en faisant agir le carbonate d'ammoniaque, l'ammoniaque libre et des solutions étendues de potasse, a obtenu les mêmes phénomènes, et non seulement dans les cellules des tentacules de Drosera, mais aussi dans les cellules vivantes d'un grand nombre de plantes. Il a reconnu que, dans tous ces cas, le phénomène est le même et qu'il consiste en une condensation de l'albumine active et en une séparation de ce corps du reste du contenu cellulaire. On peut supposer, conformément à l'hypothèse de Loew, qu'il y a là, sous l'influence des alcalis, un phénomène de polymérisation et une perte d'eau d'imbibition par suite de la réunion de plusieurs molécules en une seule.

La nature albuminoïde de ces granulations a été prouvée par M. Bokorny au moyen de la solution alcaline d'azotate d'argent au $\frac{1}{100000}$, qui les noircit après plusieurs heures. Quant à leur origine, elle est variable. Considérons une cellule d'un tentacule de Drosera. M. H. de Vries admet que les granulations proviennent d'une division de la vacuole en un plus ou moins grand nombre de petites, dont chacune reste entourée par une partie de l'enveloppe primitive. Cette manière de voir n'est pas, selon M. Bokorny, entièrement conforme à la réalité. Il y a bien contraction, puis division de la paroi vacuolaire (tonoplaste) en petites masses albuminoïdes,

(1) Th. Bokorny : *Ueber Aggregation* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 1889).

mais toutes les granulations n'ont pas cette origine et beaucoup d'entre elles proviennent encore, dans le Drosera, de l'albumine du suc cellulaire qui s'est condensée.

Dans les Spirogyres, l'albumine du suc cellulaire se condense de même, sous l'influence des alcalis; en outre, il y a, ici, condensation d'albumine dans le protoplasme pariétal; par contre la paroi vacuolaire ne se divise pas.

Beaucoup d'autres expériences ont été faites par l'auteur sur les cellules de l'urne du *Nepenthes phyllamphora*, du pétiole du *Darlingtonia californica*, de l'épiderme du *Primula sinensis*, du *Crocus vernus*, du *Pelargonium zonale*, du *Cyclamen europæum*, de l'*Escheveria gibbiflora*, etc. Elles ont été faites avec le carbonate d'ammoniaque, l'ammoniaque, la potasse, la caféine, etc. M. Bokorny est ainsi amené à distinguer quatre sortes d'agrégations : 1° Contraction de tout le protoplasme pariétal (*Crocus vernus*); 2° contraction et division de la paroi vacuolaire; 3° condensation de l'albumine du suc cellulaire; 4° condensation de l'albumine du protoplasme. Le premier de ces modes d'agrégation n'est qu'une exception. Les trois autres se présentent, isolés ou réunis, dans certain tissus d'un grand nombre de plantes. Entre tous les tissus, l'épiderme paraît le plus propre à ces phénomènes, ce qui concorde avec sa grande teneur en albumine.

Il est à remarquer que l'agrégation se produit sans porter préjudice à la cellule quand le réactif n'est pas trop concentré. Le caractère essentiel du réactif à employer pour provoquer la condensation de l'albumine est d'être alcalin. Ainsi, de deux corps isomères, l'amarine et l'hydrobenzamide, l'un, acide, ne produit pas l'agrégation, l'autre, alcalin, la produit. De même le sulfate de fer (1), introduit dans la plante en solution étendue, amène la formation de corpuscules albuminoïdes, au moyen du sulfate de fer basique qui se produit par oxydation.

La plupart des cellules présentant les phénomènes d'agrégation renferment du tannin. Cette coïncidence a amené M. Pfeffer à considérer les granulations comme des précipités de tannate d'albumine dus à la neutralisation du suc cellulaire acide. MM. Loew et Bokorny (2) combattent cette opinion. Le tannin des granulations est, selon eux, inutile à la réaction. Pour le prouver ils ont fait disparaître le tannin des cellules de Spirogyres en cultivant celles-ci dans une solution nourricière de nitrates dont l'apport augmente la formation d'albumine. Bien que le tannin ne soit pas une matière de réserve, il est cependant alors employé pour cette formation parce que les substances nécessaires, comme les hydrates de carbone et l'asparagine, deviennent insuffisantes. On peut ainsi, en se plaçant dans ces conditions appropriées, le faire disparaître. MM. Loew et Bokorny y sont parvenus et ont pu constater dans les cellules ainsi privées de tannin, l'apparition de granulations réduisant l'azotate d'argent. Ils se sont assurés, de plus, par

(1) Th. Bokorny : *Eine bemerkenswerthe Wirkung oxydirter Eisenvitriollosungen auf lebendeflanzenzellen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Août 1889). — *Uber den Nachweiss von Wasserstoffsuperoxyd in lebenden Pflanzenzellen* (id.).

(2) Loew et Bokorny : *Ueber das verhalten von Pflanzenzellen zu stark verdünnter alkalischer Silberlösung* (Botanisches Contralblatt. 1889, 39-45).

les réactifs appropriés, que tous ces petits agrégats ne renferment exclusivement que de l'albumine. Les résultats ont été les mêmes avec les cellules de *Cladophora* qui, normalement, ne renferment jamais de tannin.

MM. Lœw et Bokorny proposent de nommer *protéosomes* ces granulations produites dans la cellule par la condensation de l'albumine active sous l'influence des bases, en présence ou en l'absence de tannin.

Tous les protéosomes ont les mêmes caractères généraux, mais ils présentent entre eux quelques différences, selon la base qui les a produits. Ainsi les protéosomes de la potasse résistent moins longtemps à l'élévation de la température et perdent plus vite leur pouvoir réducteur que les protéosomes de l'ammoniaque. Ils sont, de même, plus vite détruits que ces derniers par l'acide acétique.

D'autre part, les bases influent inégalement, suivant leur nature, sur les différentes parties de la cellule. La caféine, par exemple, agit surtout sur l'albumine du suc cellulaire des Spirogyres, tandis que, chez la même plante, l'ammoniaque donne surtout des granulations dans le protoplasme. L'antipyrine, comme la caféine, exerce son action principale sur l'albumine du suc cellulaire.

Le pouvoir réducteur des protéosomes de la caféine et de l'antipyrine est plus faible que celui des protéosomes de l'ammoniaque et de la potasse. Quelle que soit la base, son effet est nul quand il y a eu, même peu de temps, action préalable des acides sur le contenu cellulaire. Les protéosomes n'apparaissent que dans la cellule vivante.

Henri Jumelle.

(*A suivre.*)

LE LABORATOIRE

DE

BIOLOGIE VÉGÉTALE

DE FONTAINEBLEAU

NOTICE PAR M. Henri JUMELLE

Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau est une annexe du Laboratoire de Botanique de la Faculté des sciences de Paris, dirigé par M. Gaston Bonnier. C'est sur l'initiative de M. Liard, le directeur de notre enseignement supérieur toujours préoccupé de faire œuvre utile pour le développement de la science française, que fut décidée, dans le courant de l'année 1888, la création de cette station scientifique. La construction en a été activement menée par M. Oudiné, inspecteur des travaux de la Sorbonne, et, depuis le 15 mai dernier, le laboratoire est ouvert aux travailleurs.

La création du nouvel établissement a été déterminée par les difficultés de tous genres que présente généralement au centre des villes l'installation des expériences et des cultures nécessaires aux recherches physiologiques. Les motifs qui ont fait choisir Fontainebleau sont, d'une part, la situation privilégiée de cette ville près d'une forêt à la flore abondante et variée, de l'autre, les communications rapides et nombreuses qui la relient à Paris.

Le Laboratoire de Biologie végétale a été construit à trois cents mètres environ de la gare, sur le bord de la forêt qui le limite à l'ouest et au nord, et dont une parcelle a été enclose et

conservée (fig. 84). La façade principale, exposée au midi, est tournée vers la route de la tour Denecourt; à l'est, la vue s'étend, par delà le chemin de fer, jusqu'aux collines boisées de Samoreau.

Le Laboratoire tel qu'il est actuellement (fig. 83), d'après les plans de M. Nénot, l'architecte de la nouvelle Sorbonne, correspond à la moitié seulement de l'établissement projeté; la partie qui reste à construire ne sera faite que plus tard, lorsque des crédits nouveaux le permettront. Pour le moment, la salle de recherches (S, fig. 85 et 87), qu'on peut reconnaître (fig. 83) à ses nombreuses fenêtres rapprochées les unes des autres, peut recevoir vingt-quatre travailleurs. A l'intérieur, vers le milieu de la hauteur, sont suspendues, sur les côtés, deux larges galeries sur lesquelles travaillent les personnes qui s'adonnent particulièrement aux observations microscopiques ou à l'étude des végétaux inférieurs; le bas est de préférence destiné aux recherches physiologiques qui, avec l'emploi d'appareils, nécessitent plus d'espace. Les instruments indispensables aux études de chimie végétale sont dès aujourd'hui installés dans cette salle : grilles à analyse, trompe de Schlœsing, balances de précision, etc. Pour la physiologie, les travailleurs ont à leur disposition les appareils à analyses de gaz, des étuves Gay-Lussac, des étuves à glycérine, un autoclave pour la stérilisation, etc. Des instruments enregistreurs facilitent les observations. Ce sont là seulement les appareils d'une nécessité immédiate et d'une utilité générale; les instruments exigés par des expériences spéciales seront achetés au fur et à mesure des besoins.

A côté de la salle des recherches sont le cabinet du directeur et la bibliothèque (fig. 85 et 86). Des conduits, avec des prises nombreuses, amènent le gaz dans ces deux pièces et dans la salle de recherches. L'aile antérieure de la maison est occupée par le chef des cultures, M. C. Duval. Une partie de l'étage supérieur comprend les chambres des travailleurs, dont quelques-uns sont déjà logés au Laboratoire.

Dans le prolongement du bâtiment (S, fig. 84), au centre des champs de culture qui l'entourent, une serre a été aménagée en vue des expériences qui doivent être faites dans des condi-

tions particulières de température. Cette serre est divisée en serre chaude et serre tempérée ; c'est dans cette dernière surtout que peuvent être disposés les appareils nécessaires aux expériences physiologiques. On peut y établir un renouvellement d'eau continu.

Nous ferons remarquer, à ce sujet, que la question de l'eau était importante à résoudre. Heureusement, l'endroit choisi, pour établir le laboratoire, était spécialement favorable, puis-

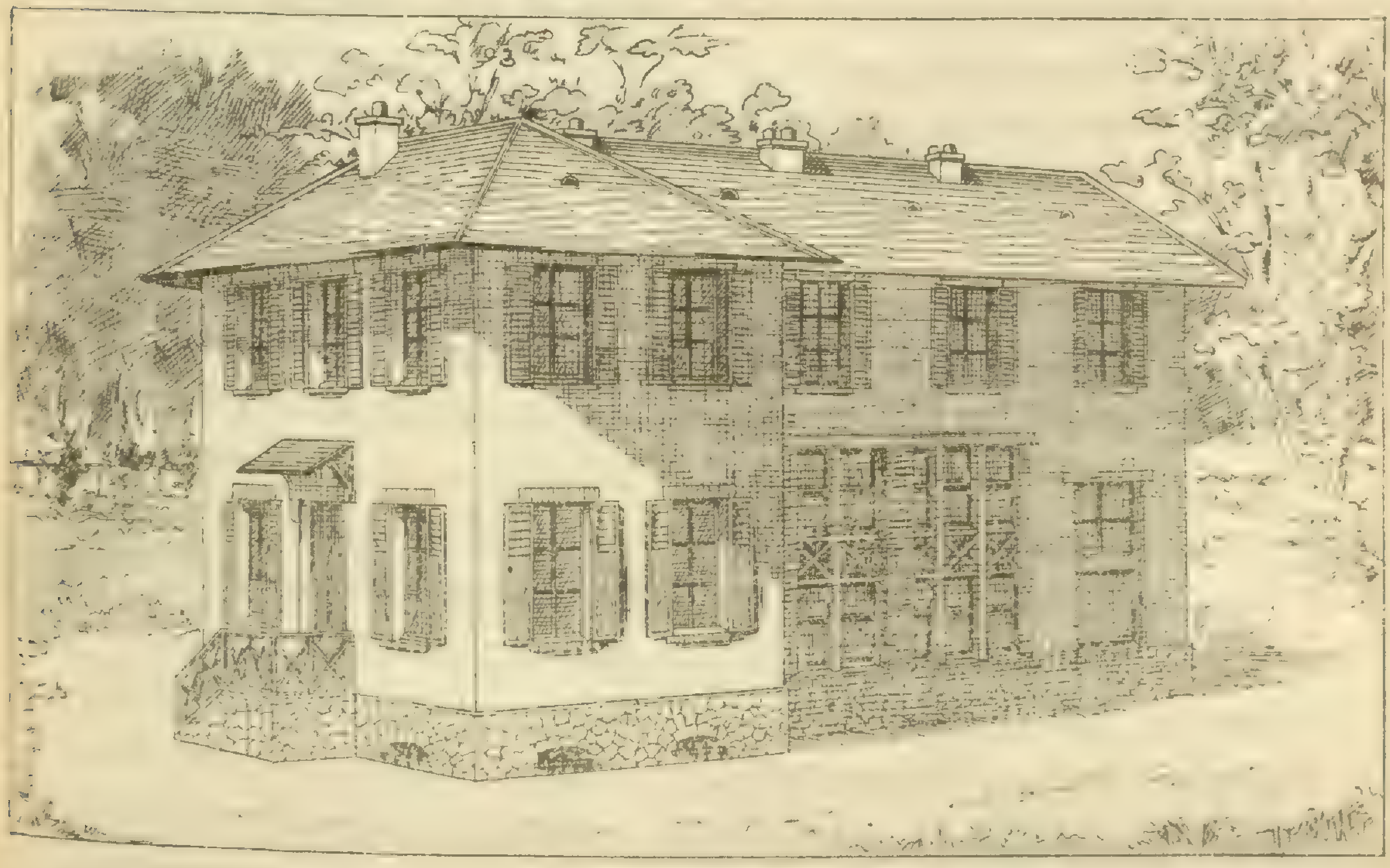


Fig. 83. — Vue du Laboratoire (partie actuellement construite).

qu'il se trouve au-dessous, et à 350 mètres de distance des réservoirs de la ville.

L'ouverture du Laboratoire de Fontainebleau marque le premier pas fait par la botanique dans la voie où, depuis quelques années déjà s'est engagée avec succès la zoologie. On tend enfin de plus en plus à reconnaître que, dans bien des cas, l'étude anatomique ou physiologique des êtres vivants demande à être poursuivie sur place, dans les conditions mêmes où ces êtres se sont développés ; on peut ainsi expérimenter sur des individus plus nombreux et plus sains ; on peut observer les fonctions normales

des êtres vivant dans leur milieu naturel. Pour ces raisons déjà la Faculté des sciences de Paris s'est annexé les stations zoologiques maritimes de Banyuls, de Roscoff, de Wimereux et du Havre. L'exemple a paru bon puisqu'il a été aussitôt suivi par les Facultés de province et qu'aujourd'hui des stations zoologiques sont disséminées de tous côtés.

Mais jusqu'alors, la zoologie seule, du moins en France, a eu le privilège des laboratoires de ce genre. Et cependant la nécessité qui a été ainsi universellement reconnue d'aller, en dehors du centre des Facultés, établir des stations spéciales pour l'étude anatomique et physiologique d'une partie du règne animal, nous semble s'imposer plus grande encore pour la botanique. Nombre d'animaux peuvent vivre à l'aise entre les quatre murs d'une cour de laboratoire et déjà fournir à la physiologie animale des sujets nombreux d'investigations. Au contraire, dans les recherches de physiologie végétale, toutes les plantes demandent à être observées à l'endroit même où elles se sont développées, car elles font partie du milieu où elles sont nées. Le premier effet du transport est un état maladif qui enlève beaucoup de certitude aux résultats obtenus. Faire croître ces plantes sur place, il n'y faut pas penser; dans la plupart des laboratoires de nos Facultés, admirablement aménagés d'ailleurs pour l'étude des phénomènes d'étiolement, l'emplacement, l'air et la lumière sont ce qui manque le plus; toutes les conditions sont réunies pour que les plantes qui s'y développent restent chétives.

Quand il s'agit d'entreprendre sur les arbres ou sur les arbustes des expériences qui permettraient de résoudre bien des questions encore débattues ou à peine abordées, la difficulté est bien autre. Où se procurer, où conserver, même de simples arbustes? Il existe, il est vrai, des jardins botaniques, mais les directeurs ne penseront certes jamais à sacrifier en vue de recherches aux résultats incertains, les quelques exemplaires qu'ils ont pour chaque espèce. Ils auront raison d'ailleurs; le Muséum par exemple ne répondrait pas à sa destination s'il transformait ses jardins en champs d'expériences; il n'a pas été

fondé dans ce but, mais dans celui de faciliter, par un en-

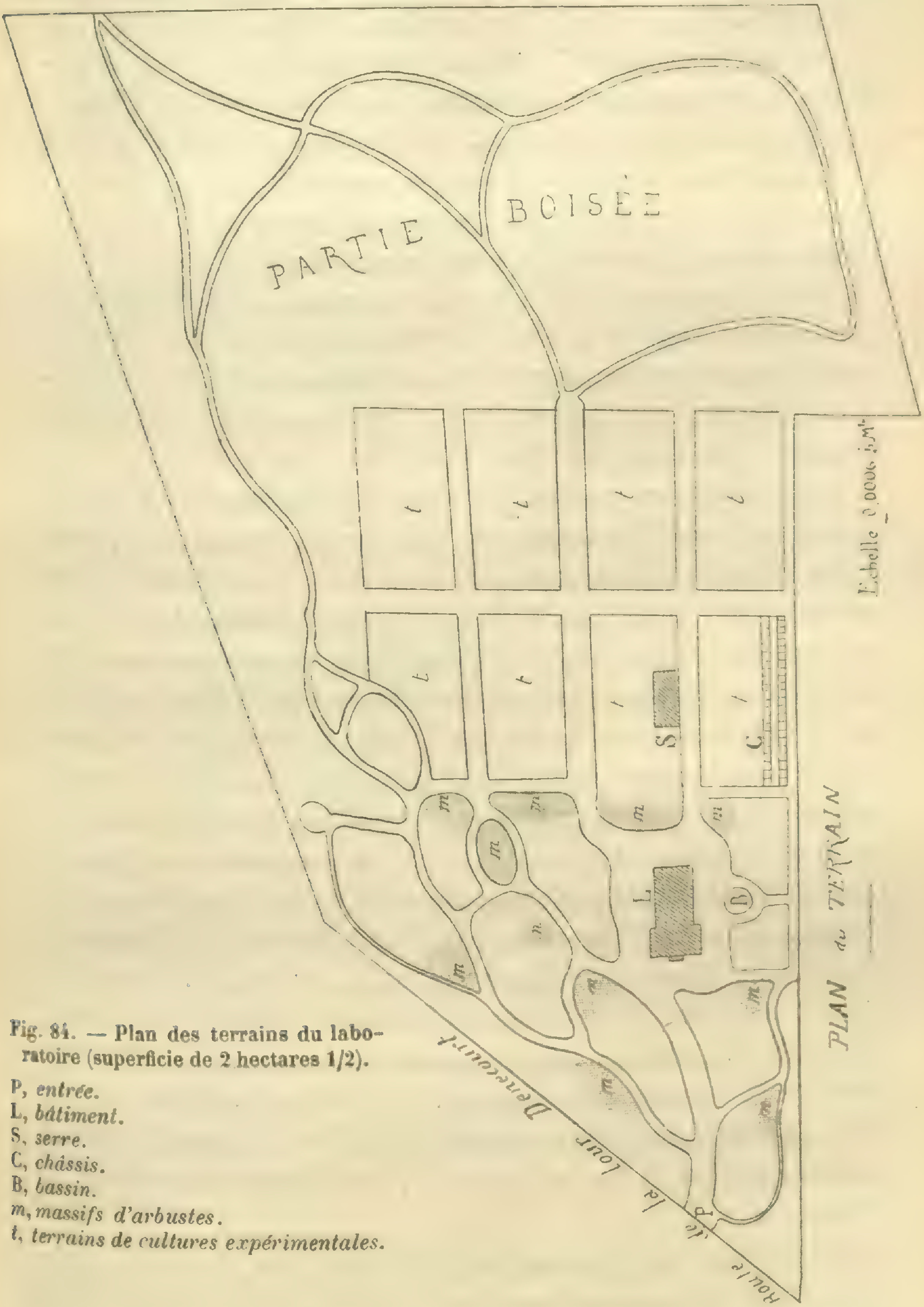


Fig. 84. — Plan des terrains du laboratoire (superficie de 2 hectares 1/2).

P, *entrée.*
L, *bâtiment.*
S, *serre.*
C, *châssis.*
B, *bassin.*
m, *massifs d'arbustes.*
t, *terrains de cultures expérimentales.*

semble de collections unique, les études de classification dans

les différentes branches des sciences naturelles. Cette destination ne peut s'accorder avec les exigences des recherches physiologiques. Pour de telles recherches, il faut, avant tout, une végétation spontanée offrant, non plus quelques rares échantillons catalogués, mais, à l'infini, des plantes et des arbres à tous les états de développement. Le physiologiste, outre qu'il est sûr alors d'observer des phénomènes normaux, que ne vient pas troubler un état maladif, peut, par des expériences aussi répétées qu'il le désire, obtenir le contrôle de ses résultats.

C'est ce que permet de réaliser le laboratoire de Fontainebleau placé à proximité de la forêt. Comme il n'a pas et ne doit pas avoir la préoccupation d'entreprendre des collections, ce laboratoire présente un autre avantage : il laisse aux travailleurs les terrains de culture qui l'entourent.

Depuis quelques années, l'anatomie expérimentale a pris en France un grand développement, et il serait superflu de rappeler ici les résultats intéressants qu'a déjà fournis cette partie toute nouvelle de la botanique. En faisant varier le milieu dans lequel se développe chaque partie de la plante, on est arrivé aujourd'hui à recueillir quelques notions sur les relations qui existent entre ce milieu et la structure des organes. Il reste beaucoup à faire dans ce sens ; malheureusement, les cultures que ces recherches exigent sont trop souvent arrêtées par le défaut d'emplacement ou par une exposition défavorable. C'est encore le but du Laboratoire de Fontainebleau de contribuer à faire disparaître cette sorte de difficultés. Sous ce rapport, l'établissement a déjà rendu service aux élèves du Laboratoire de la Sorbonne. Beaucoup d'entre eux, que leurs études retiennent à Paris, sont venus donner à M. Duval les renseignements nécessaires pour les cultures qu'ils veulent entreprendre. Ces cultures sont en bonne voie, elles donnent déjà des résultats qu'on ne pouvait obtenir dans les bâtiments de la Sorbonne, actuellement affectés à la Botanique.

Les terrains de Fontainebleau ne sont pas, du reste, uniquement réservés aux travailleurs du Laboratoire. M. Duval établira et entretiendra, dans les conditions voulues, toutes

les cultures que désireront installer les personnes éloignées.

A côté de ces recherches de science pure poursuivies sans le

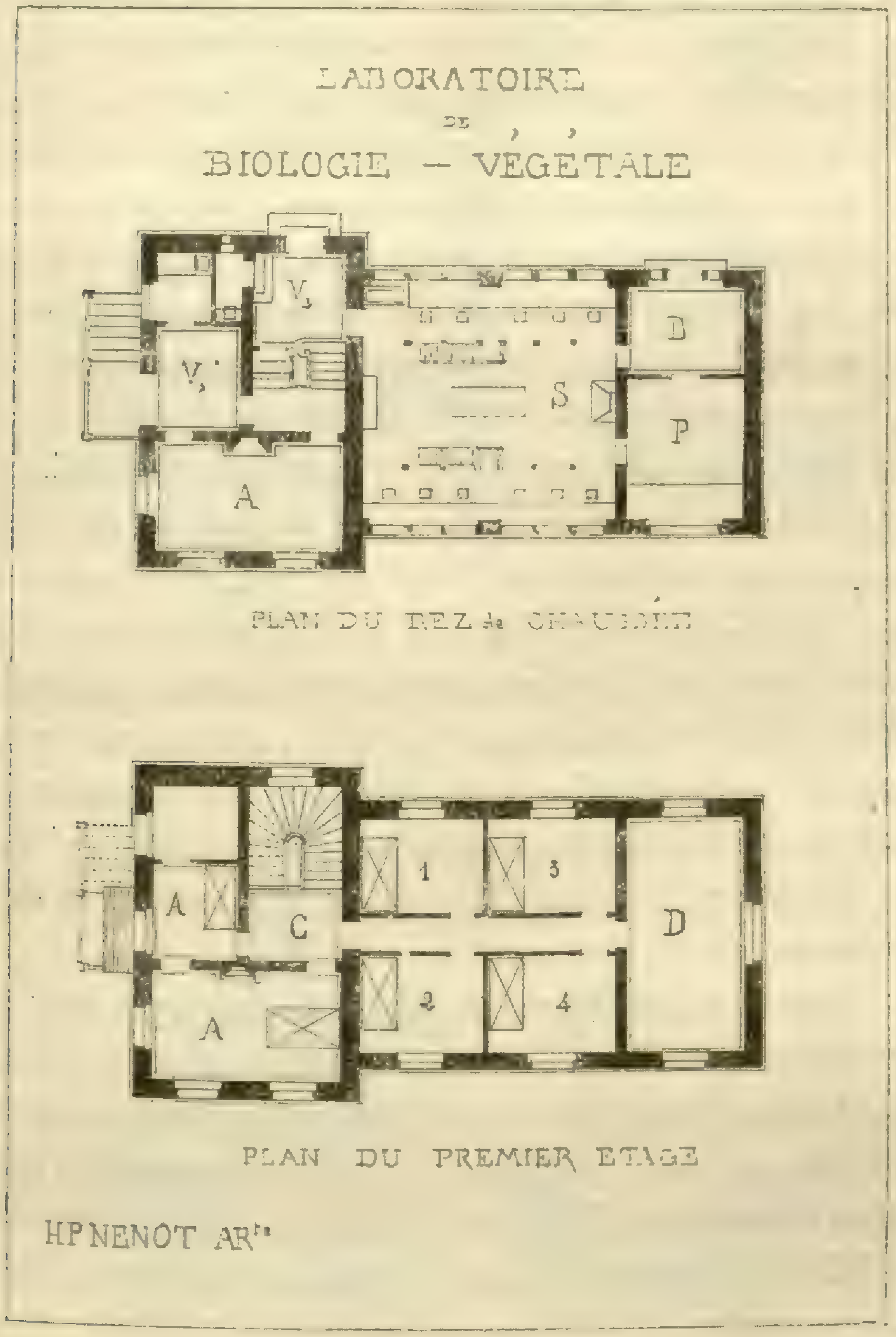


Fig. 85 et 86. — Plans (échelle de 0,0021 par mètre).

Plans du rez-de-chaussée.
V_1,V_2 *vestibules.*
S, *salle de recherches.*
P, *laboratoire du professeur.*
B, *bibliothèque.*

Plan du premier étage.
C, *palier.*
1,2,3,4.D, *chambres des travailleurs.*

A,A,A,. *logement du chef des cultures.*

souci d'applications immédiates, il en est d'autres qui, à l'intérêt scientifique, joignent l'avantage de fournir des conclusions dont

il peut être tiré parti dans la pratique. Celles-ci auront aussi une large place au Laboratoire de Fontainebleau. Au premier rang sont les questions qui touchent à la pathologie végétale. Beaucoup des maladies qui attaquent et détruisent les vignes, les arbres des jardins ou des forêts sont mal connues. Cela tient surtout à ce que les personnes plus particulièrement aptes à les étudier sont, en général, trop éloignées des lieux de ravages. C'est seulement en observant soi-même le mal, en étant le témoin de ses effets, en suivant pas à pas son développement, en ayant chaque jour sous les yeux des exemples nombreux, qu'on peut, aidé de connaissances scientifiques, surprendre les conditions de sa propagation et parvenir à l'entraver. Des relations se sont déjà établies à ce sujet entre le Laboratoire de Fontainebleau et quelques horticulteurs, ainsi qu'avec l'administration des forêts qui, dès le début, a fait au nouvel établissement l'accueil le plus sympathique. Ces relations s'étendront encore par la suite; elles rendront doublement service, d'une part, aux praticiens qui, par correspondance ou directement, viendront puiser des renseignements sur les maladies parasitaires qui les intéressent; de l'autre, aux travailleurs qui trouveront là des occasions de recherches.

Enfin, l'étude scientifique des procédés employés dans les cultures horticoles, agricoles ou forestières sera également abordée à Fontainebleau. Cette idée a été favorablement accueillie par les horticulteurs dont plusieurs se sont empressés d'offrir des plantes au laboratoire. Nous sommes heureux de remercier, à ce propos, MM. Baltet, G. Boucher, Defresne, Delahaye, Delaville, Jamin, Lecointe et de Vilmorin. Les habitants de la région ont tenu également à montrer l'intérêt qu'ils prennent à ces études et ont déjà témoigné, par des dons faits au Laboratoire, de l'intention qu'ils ont de concourir à faciliter les recherches. C'est ainsi que M. Feuilleaubois, M. le Colonel Chevillot et M. Morlet ont droit aussi à tous nos remerciements. Nous ne doutons pas que des dons nouveaux viennent encore contribuer à augmenter les ressources du laboratoire. Une loi récente aplanit heureusement, à ce propos, les difficultés que présentait autrefois leur acceptation.

Tel est le plan d'études de la nouvelle station scientifique. On

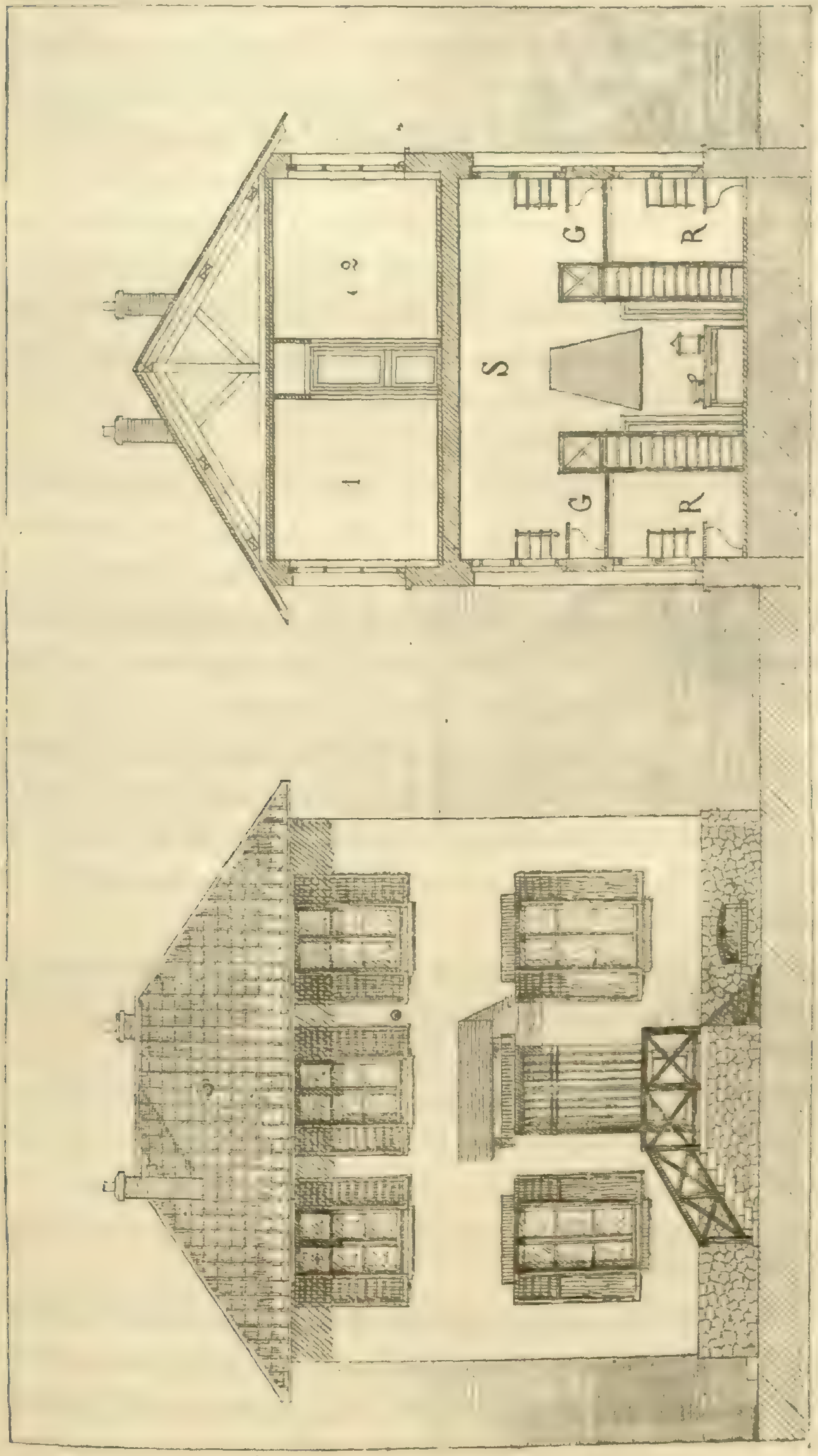


Fig. 87 et 88. — A gauche : façade, côté du midi ; à droite : coupe transversale (échelle : 0,0044 par mètre). — S, salle de recherches ; G,G, partie élevée ; R,R, partie basse ; 1, 2, chambres de travailleurs.

voit que ce plan est des plus vastes ; il comprend l'ensemble des

questions nombreuses qui, dans les différentes parties de la Botanique, ne peuvent être, pour des raisons multiples, facilement abordées à Paris même. Le laboratoire de Fontainebleau viendra ainsi compléter les laboratoires de la Faculté actuellement en construction dans la nouvelle Sorbonne, où les services de la Botanique relatifs à l'enseignement et aux recherches reçoivent tous les développements nécessaires. Ces services occupent une superficie de 1700 mètres carrés environ, comprenant une salle pour les manipulations des élèves de licence, un amphithéâtre spécial et ses annexes, des galeries de collections, une Bibliothèque, une serre, une salle de photographie, un atelier et douze salles de recherches.

Les travailleurs trouveront ainsi, par l'ensemble des deux nouveaux Laboratoires de la Sorbonne, toutes les conditions d'emplacement et de commodité voulues pour les études microscopiques, ils auront toutes les ressources désirables pour leurs recherches physiologiques. Nous venons de rappeler cependant combien serait insuffisant, sur bien des points, le Laboratoire de Botanique le mieux installé au centre d'une ville, dépourvu de terrain d'expériences ou de cultures. C'est cette lacune qu'est destinée à combler la station de Fontainebleau, en même temps qu'elle procurera aux Laboratoires de Paris tous les matériaux d'études nécessaires.

La Sorbonne sera ainsi à même d'offrir aux botanistes français et étrangers toutes les ressources que l'on est en droit d'attendre de la première de nos Facultés.

Les botanistes étrangers sont sûrs de trouver à Fontainebleau, avec l'accueil le plus bienveillant, les conditions de travail qu'ils rencontreraient difficilement ailleurs. Après leur départ, ils seront toujours avec plaisir comptés au nombre des correspondants du Laboratoire.

Pour les botanistes français qui limitent trop souvent la Botanique à l'anatomie et à la classification et qui tendent à oublier que cette science comprend encore la physiologie et la chimie végétales, peut-être toutes ces conditions favorables de recherches les ramèneront-elles vers des études aujourd'hui un peu

délaissées dans notre pays où elles furent cependant si longtemps en honneur, avec les Duhamel, les Dutrochet et les Boussingault.

Le Laboratoire de Biologie végétale peut avoir sous ce rapport une très grande influence ; il en aura une autre encore par sa situation même, car, en pleine nature, la vue continuelle des objets d'études inspire assurément à l'esprit de l'observateur attentif des idées de recherches que ne suggérera jamais la contemplation d'un laboratoire perdu dans l'agglomération de nos Facultés.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR

LA STRUCTURE DE L'HYBRIDE

ENTRE

L'*ÆSCULUS RUBICUNDA* ET LE *PAVIA FLAVA*

Par M. Marcel BRANDZA (1)

Les hybrides produits par deux espèces végétales présentent en général, comme on sait, des caractères morphologiques les rattachant à leurs deux parents; mais on ne s'est pas préoccupé jusqu'ici, à ma connaissance, de leur étude anatomique. On peut se demander, cependant, s'il n'existe pas chez les hybrides des caractères anatomiques spéciaux, et que la morphologie externe ne peut pas faire prévoir.

Je prendrai pour premier exemple l'*Æsculus rubicundo-flava*, produit par l'hybridation entre l'*Æsculus rubicunda DC*, et le *Pavia flava Lois* (2).

Cet hybride présente les fleurs et les fruits de l'*Æsculus*, mais ses feuilles, beaucoup moins larges que celles d'*Æsculus*, rappellent au contraire par la forme et par l'aspect extérieur celles du *Pavia*. Là s'arrêtent les différences qu'indique la morphologie externe ; l'anatomie, comme on va le voir, en présente d'autres qui sont plus considérables. Pour mettre ce fait en évidence, je vais comparer la structure de diverses parties de l'hybride et de ses deux parents.

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. le professeur Gaston Bonnier.

(2) Je dois les échantillons de cet hybride à l'obligeance de M. Morlet, horticulteur à Avon.

I. *Pétiole et nervures principales des folioles.* — Si l'on fait une coupe transversale dans le pétiole du *Pavia flava* (fig. 89, A et A') on observe les caractères suivants : dans le liber qu'un anneau continu de sclérenchyme (*sc*, fig. A) sépare

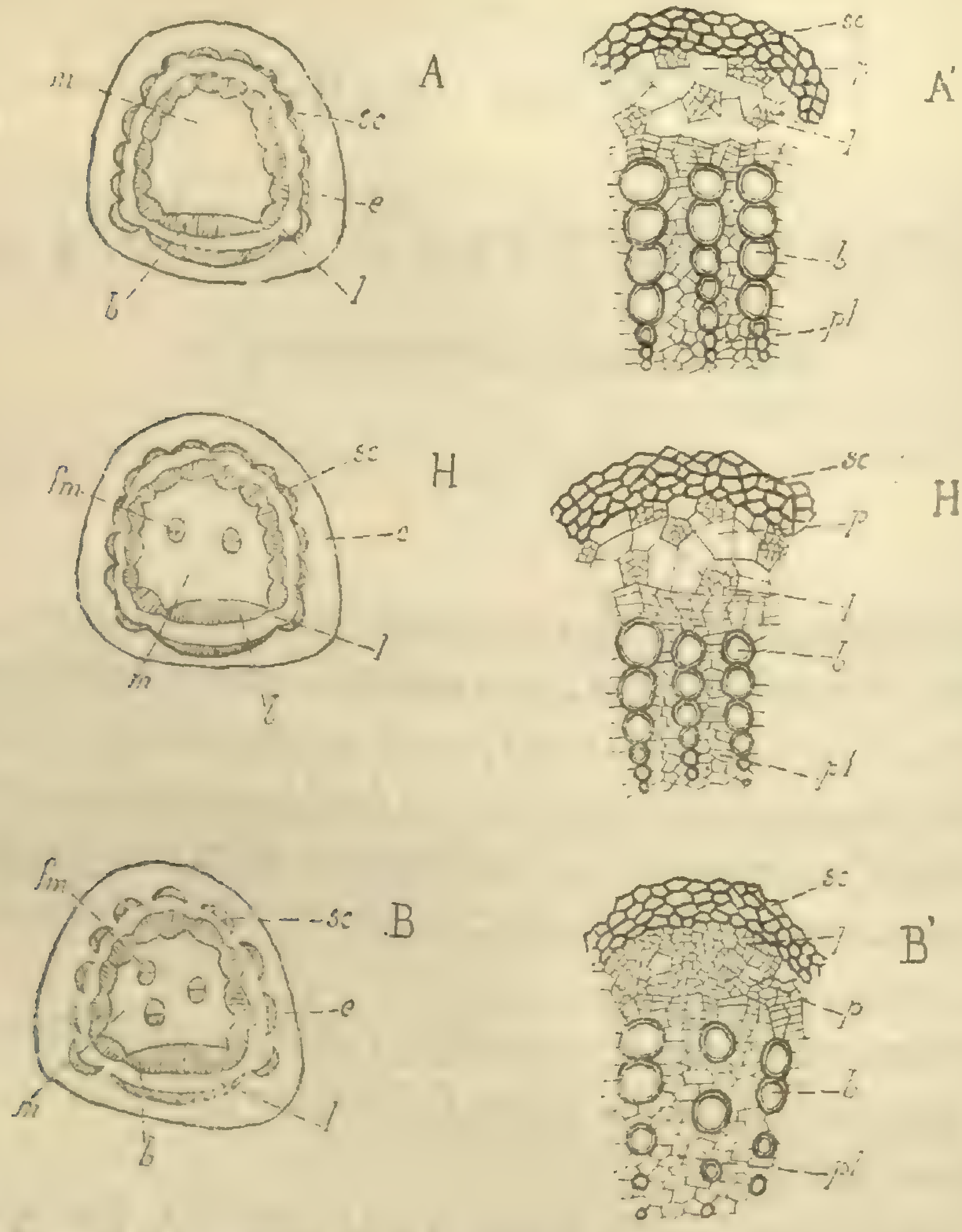


Fig. 89 à 94. — A,H,B, coupes schématiques du pétiole : A, *Pavia flava*, montrant l'absence des faisceaux médullaires et la continuité du sclérenchyme *sc*. B, *Æsculus rubicunda*, montrant les faisceaux médullaires *fm*, et la discontinuité du sclérenchyme *sc*; H, hybride, montrant les faisceaux *fm*, comme dans l'*Æsculus* et le sclérenchyme continu *sc*, comme dans le *Pavia*. — A',H',B', portions de l'anneau libéro-ligneux (très grossi). H' hybride montrant la structure intermédiaire entre A' (*Pavia*) et B' (*Æsculus*).

de l'écorce (*e*, fig. A), les cellules libériennes (*l*, fig. A') sont disposées en petits groupes, séparés par de grandes cellules de parenchyme libérien (*p*, fig. A'). Dans le bois, les vaisseaux (*b*, fig. A') sont alignés suivant des rayons réguliers.

Les cellules du parenchyme ligneux (*pl*, fig. A'), qu'on ne

rencontre jamais entre les vaisseaux d'un même rayon, sont localisées en une ou plusieurs rangées dans l'intervalle des rayons. Au centre, est une large moelle (*m*, fig. A), dans laquelle il n'y a jamais aucun faisceau.

La même disposition se retrouve dans les nervures principales de chaque foliole.

Chez l'*Æsculus rubicunda* (fig. 89, B et B'), la structure diffère de la précédente par plusieurs points assez importants. Au lieu d'un anneau de sclérenchyme, on ne trouve plus ici que des arcs sclérenchymateux superposés aux faisceaux libéro-ligneux (*sc*, fig. B). Les cellules libériennes, séparées les unes des autres dans l'espèce précédente, ne sont plus ici que rarement interrompues par de grandes cellules de parenchyme libérien (*p*, fig. B').

Dans le bois, la disposition des vaisseaux diffère également. Les vaisseaux (*b*, fig. B') sont toujours, il est vrai, disposés en files radiales régulières ; mais ils sont séparés les uns des autres, dans chaque rayon, par des cellules de parenchyme ligneux (*pl*, fig. B'). En outre, dans la moelle du pétiole, on voit deux ou plusieurs faisceaux libéro-ligneux (*fm*, fig. B), qui font défaut dans le *Pavia* (fig. A). Dans les folioles de l'*Æsculus*, chaque nervure principale ne renferme qu'un seul de ces faisceaux, situé au centre de la moelle. Ces faisceaux médullaires se retrouvent toujours dans le pétiole de l'*Æsculus*, ils manquent dans le pétiole du *Pavia* ; c'est là un caractère anatomique qui permet sur une coupe de distinguer immédiatement les deux types l'un de l'autre.

Si nous examinons maintenant la structure de ces mêmes parties dans l'hybride (fig. 89, H et H'), nous trouvons l'anneau de sclérenchyme ainsi que le bois et le liber disposés comme dans le *Pavia*, mais la présence constante de faisceaux dans la moelle du pétiole et des nervures rappelle la structure de l'*Æsculus*.

Le simple examen du pétiole vient déjà de nous révéler une caractéristique anatomique de l'hybride. L'anatomie des autres parties de la plante va nous en fournir encore d'autres.

II. *Limbe.* — La première différence anatomique qu'on observe entre le limbe du *Pavia* (fig. 95, A) et celui de l'*Æsculus* (fig. 95, B) se rapporte au nombre des assises palissadiques. Ce caractère peut paraître, au premier abord, ne pas devoir être constant ; on sait, en effet, que le nombre et la grandeur de ces assises sont souvent liés aux conditions d'exposition de la plante. J'ai pu cependant me convaincre, en examinant pour les deux genres un grand nombre d'individus pris dans des situations différentes, que ce caractère présente ici une remarquable constance. Quelle que soit l'exposition, j'ai toujours trouvé deux

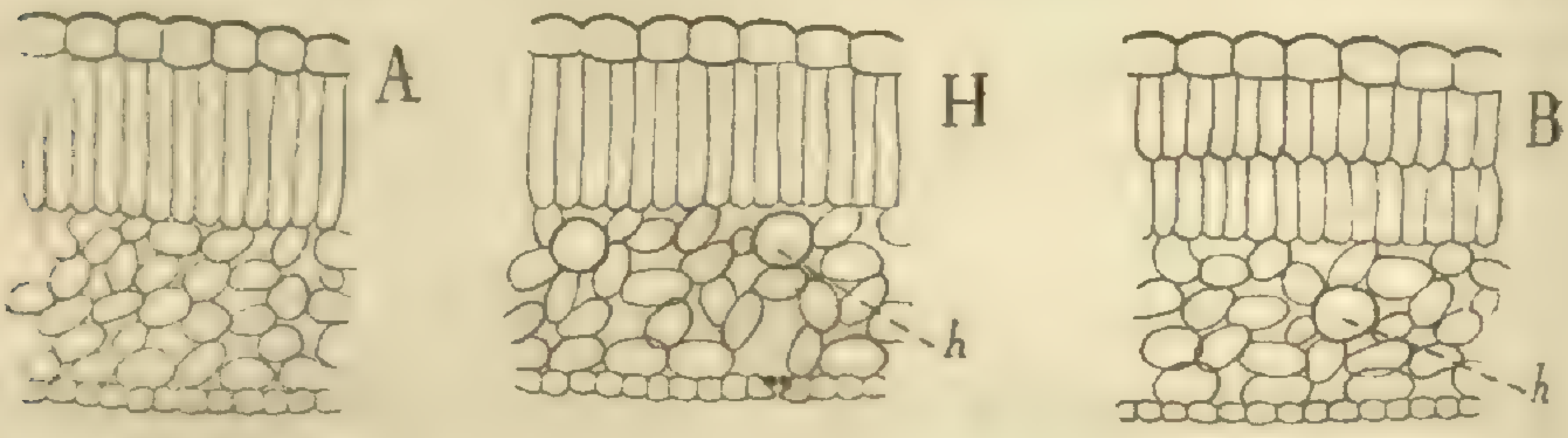


Fig. 95 à 97. — Fragments de coupes transversales du limbe de la feuille : A, *Pavia flava*, avec une assise en palissade et sans cellules à huile ; B, *Æsculus rubicunda*, avec deux assises en palissade et avec cellules à huile *h* ; H, hybride, avec une assise en palissade (comme A), et avec cellules à huile *h* (comme B).

assises palissadiques dans le limbe de l'*Æsculus* et une seule dans celui du *Pavia*.

Si maintenant nous examinons l'hybride (fig. 95, H), nous observons, d'une manière aussi invariable, une seule assise palissadique. L'hybride peut donc être assimilé, sous ce rapport, au *Pavia*. Mais un autre caractère le rapproche de l'*Æsculus* : c'est la présence, dans le parenchyme lacuneux, de grandes cellules remplies d'huile (*h*). Ces cellules, en effet, se retrouvent dans l'*Æsculus* (fig. 95, B), tandis qu'on ne les rencontre jamais dans le *Pavia* (fig. 95, A).

III. *Tige et axe de l'inflorescence.* — Dans la tige et dans l'axe de l'inflorescence du *Pavia*, le sclérenchyme, le liber et le bois, sont disposés de même que dans le pétiole et dans les nervures principales des folioles. Au contraire dans l'*Æsculus* la disposition des faisceaux du bois n'est plus celle du pétiole. En

effet, les vaisseaux ne sont plus en files régulières, ils semblent disséminés sans aucun ordre dans le parenchyme ligneux. Les bandes de parenchyme qui séparent les groupes de vaisseaux sont très larges.

En résumé, l'étude anatomique des différentes parties de l'hybride comparée à celle des mêmes parties des deux parents nous fournit les conclusions suivantes :

*L'*Æsculus rubicundo-flava, *hybride entre l'*Æsculus rubicunda DC *et le* Pavia flava Lois., *présente un mélange des caractères anatomiques particuliers à chacun de ses deux parents.*

Comme dans le Pavia flava *on y trouve dans toutes ses parties un anneau continu de sclérenchyme, des vaisseaux du bois disposés en files radiales, des groupes de cellules libériennes séparés par de grandes cellules de parenchyme ;*

*Comme dans l'*Æsculus rubicunda *on y remarque des faisceaux libéro-ligneux dans la moelle du pétiole et dans celle des nervures principales des folioles ;*

Le limbe de la feuille n'a qu'une seule assise palissadique, comme dans le Pavia ; *mais son parenchyme lacuneux possède des cellules remplies d'huile comme dans l'*Æsculus.

On voit, par cet exemple, quel intérêt peut présenter l'étude anatomique des hybrides et l'on peut espérer que ce genre de recherches permettra de résoudre un certain nombre de questions litigieuses que la morphologie externe a laissées sans solution définitive.

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR

LES FEUILLES DES CONIFÈRES

Par M. Aug. DAGUILLON *(Suite)*.

Pinus maritima (section *Pinaster*).

L'allure générale de la germination étant toujours la même,

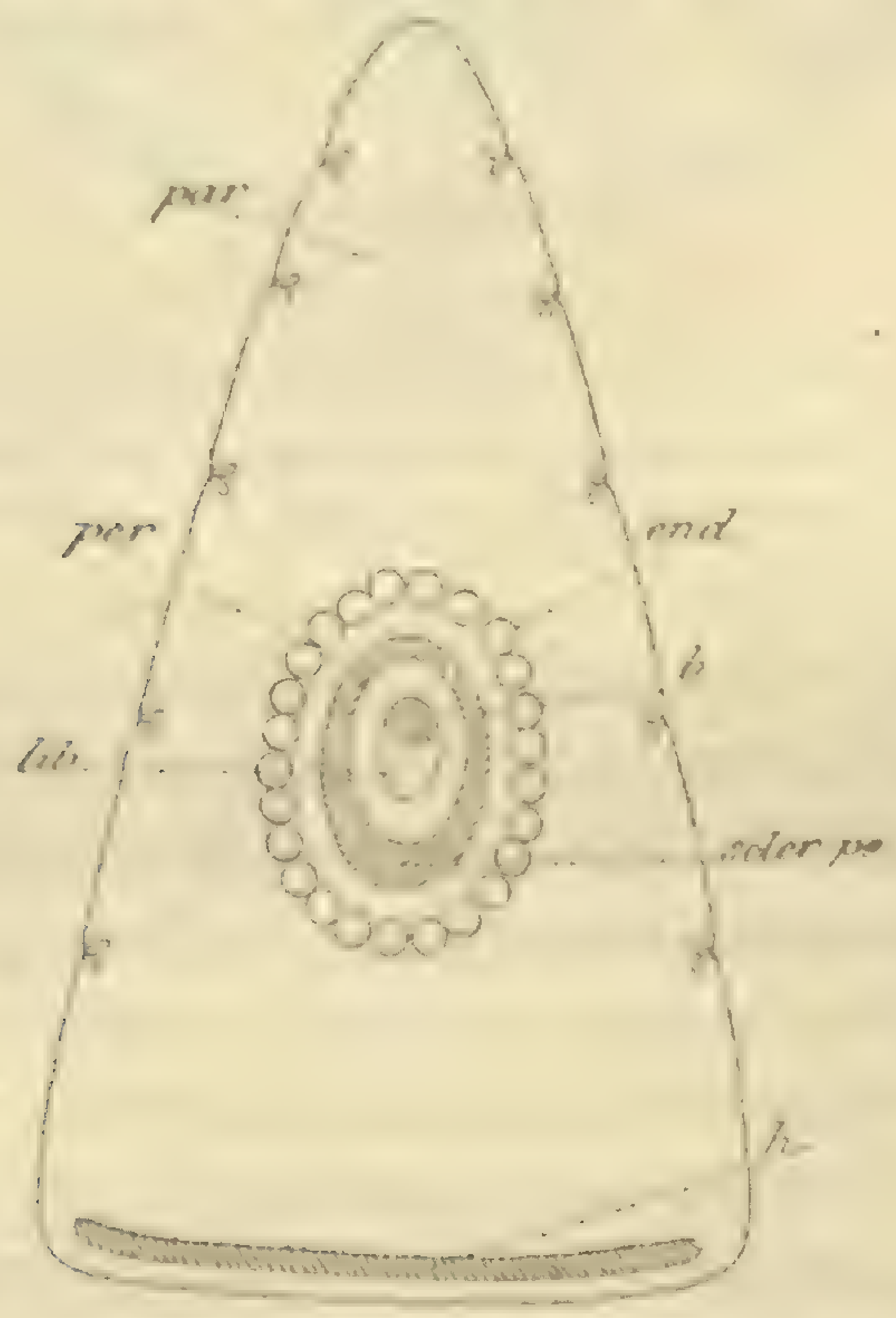


Fig. 98. — *Pinus maritima* : cotylédon. — *h*, hypoderme; *par*, parenchyme; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

nous pourrons abréger la description des phénomènes qui l'accompagnent.

1° *Cotylédon.* — Les cotylédons du Pin maritime forment généralement un verticille de sept pièces. Ils ont, par rapport aux feuilles primordiales, des dimensions beaucoup plus faibles que les cotylédons du Pin pignon ; ils en diffèrent surtout, d'après les échantillons que j'ai pu observer, par l'absence générale de tout appareil sécréteur (fig. 98) ; de plus, cette assise hypodermique de petites cellules qui, dans le Pin pignon, est continue, ne se montre ici qu'au niveau de l'épiderme inférieur.

2° *Feuille primordiale.* — Les feuilles développées dans la première année sont toutes éparses et se présentent à peu près

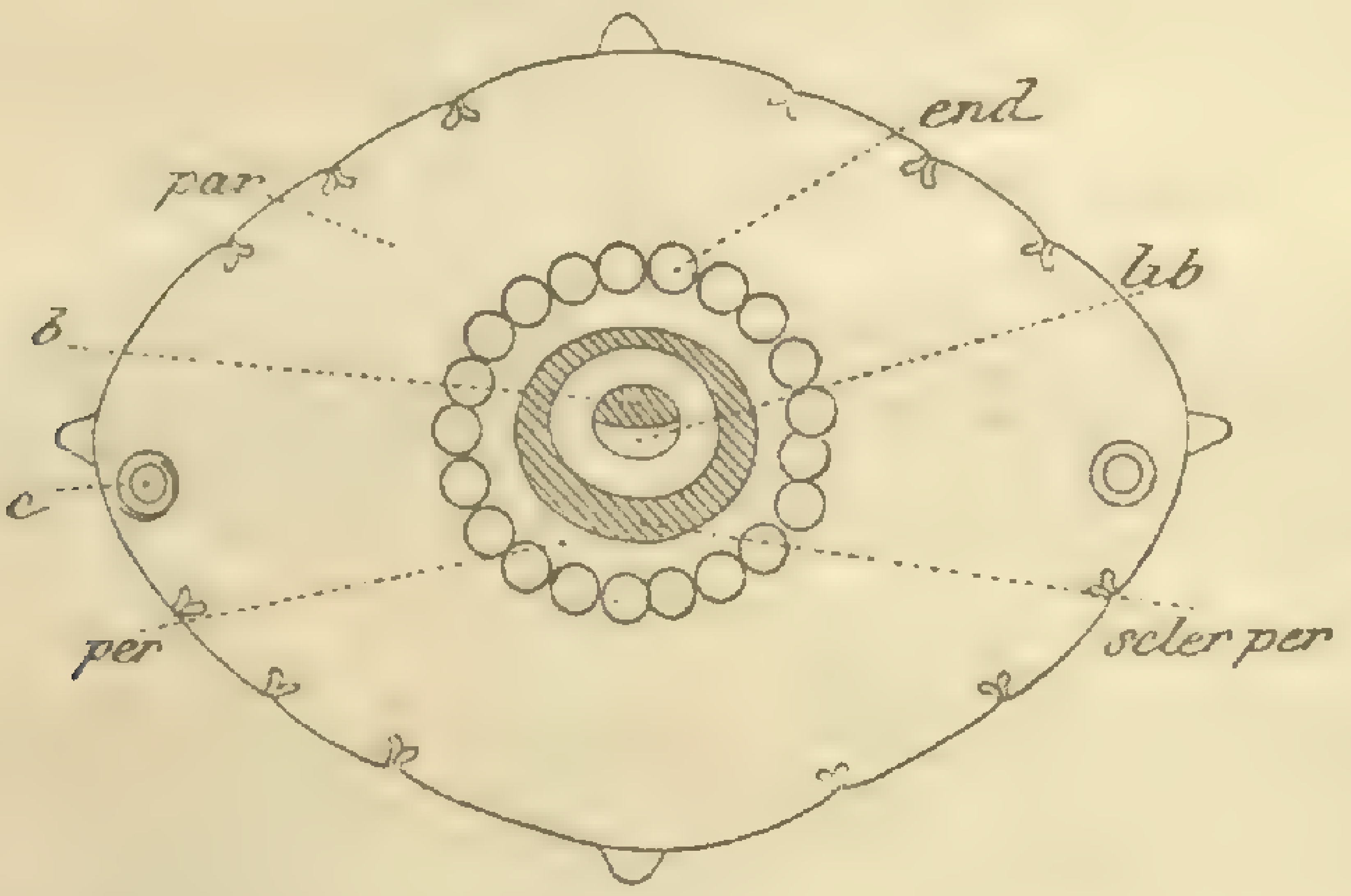


Fig. 99. — *Pinus maritima :* feuille primordiale. — *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

avec le même aspect que les feuilles primordiales des deux espèces précédentes ; la pousse qui les porte peut être simple ou posséder quelques ramifications. Leur structure (fig. 99) diffère peu de celle que nous avons reconnue dans les *Pinus Strobus* et *pinea :* épiderme pourvu de stomates aux deux faces et de poils aux quatre arêtes de la feuille (surtout aux deux latérales) ; — parenchyme homogène, à plissements caractéristiques ; — faisceau libéroligneux médian, indivis, enveloppé d'une gaine de tissu aréolé et d'un endoderme à bandes d'épaississement subérifiées (Pl. 17, fig. 18) ; — deux canaux sécréteurs vers les arêtes latérales (Pl. 17, fig. 16).

3° *Feuille fasciculée.* — Les feuilles fasciculées, groupées

2 par 2, peuvent apparaître dès la seconde année; les rameaux courts qui les portent se développent alors aux aisselles de feuilles solitaires qui, avec des dimensions un peu réduites, rappellent tout à fait les feuilles primordiales, dont elles partagent la signification morphologique. Plus tard ces feuilles solitaires se réduisent progressivement et finissent par prendre l'aspect écailleux qu'elles possèdent dans l'arbre adulte, où les feuilles fasciculées subissent seules un développement normal.

Une feuille fasciculée, prise sur un arbre complètement adulte,

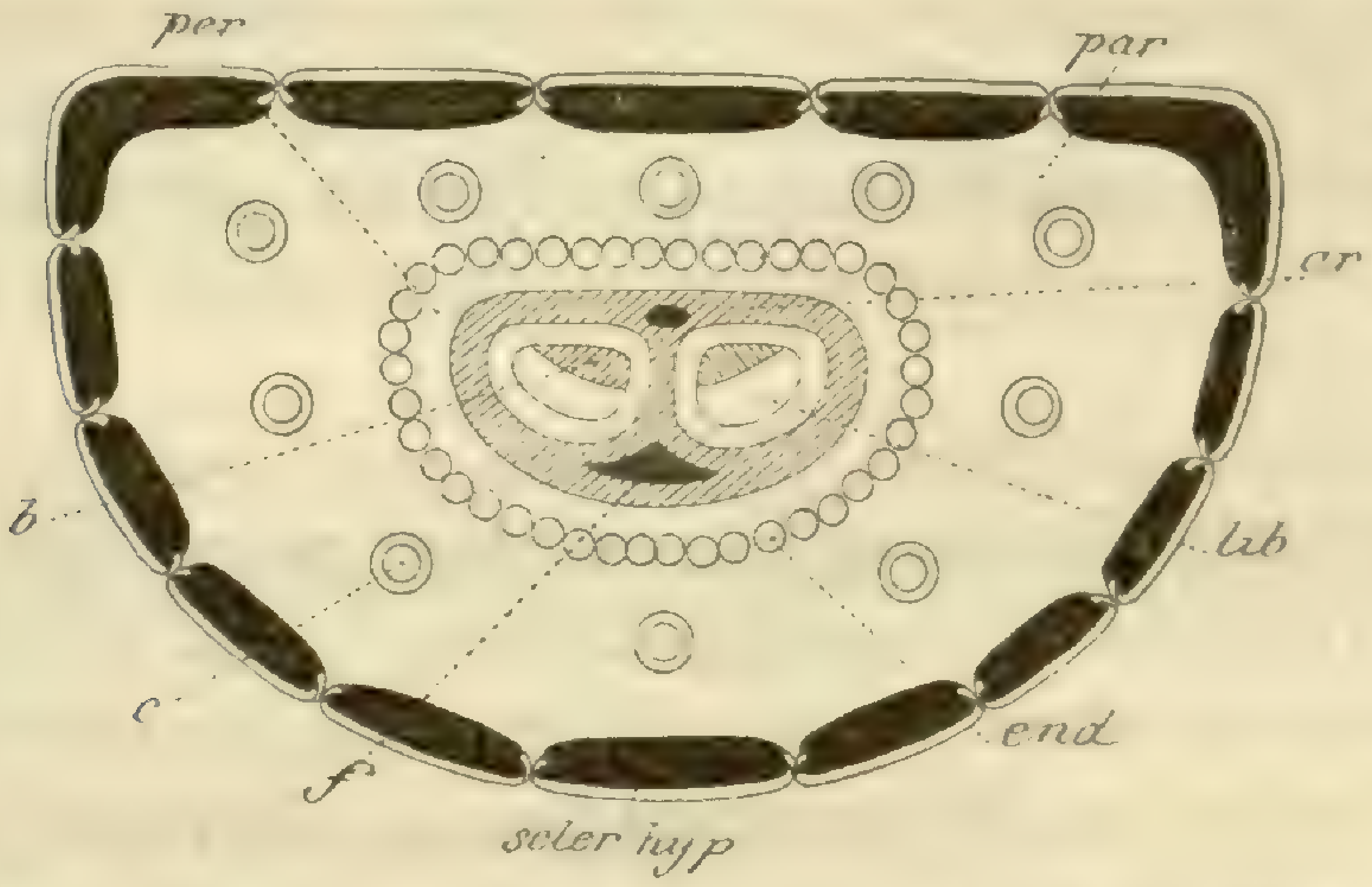


Fig. 100. — *Pinus maritima :* feuille fasciculée. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *f*, fibres lisses; *b*, bois; *lib*, liber.

et présentant par suite son maximum de différenciation, possède une section demi-elliptique (fig. 100).

L'épiderme, constitué par des cellules à parois très épaisses, fortement cutinisées, limitant des cavités très réduites, est doublé intérieurement par deux assises hypodermiques parfaitement continues : les membranes cellulaires y sont fortement lignifiées ; l'assise la plus superficielle est formée de cellules sensiblement isodiamétriques ; la plus profonde, de cellules aplaties dans le sens tangentiel, et par suite allongées perpendiculairement à la surface, surtout vers les arêtes saillantes de la feuille (Pl. 17, fig. 17). Dans un Pin maritime âgé de deux ans, la différenciation de l'hypoderme est en général moins avancée : il peut se réduire, par exemple, à une assise unique vers les parties latérales de la face inférieure et sur quelques autres points.

Les deux faces de l'épiderme sont percées de stomates; mais ces derniers sont engagés profondément dans des sortes de cryptes creusées dans l'hypoderme scléreux.

Le parenchyme, homogène, présente avec tout leur développement les plissements caractéristiques des membranes. Dans la nervure médiane (Pl. 17, fig. 19), enveloppée par un endoderme très net, le faisceau libéro-ligneux se bifurque. Le tissu aréolé, qui lui forme un péricycle, envoie entre les deux branches du faisceau une lame de séparation, aux deux extrémités de laquelle on remarque fréquemment quelques fibres volumineuses à parois épaisses, lisses et lignifiées; on n'en observe, au contraire, presque jamais de semblables dans les feuilles primordiales; c'est à peine si elles font leur apparition dans les feuilles d'un arbre de deux ans.

Les canaux sécréteurs, plongés en plein parenchyme, sont généralement assez nombreux, et forment une véritable ceinture suivant l'endoderme à quelque distance : j'en ai compté jusqu'à quinze dans certains échantillons; dans des exemplaires de feuilles fasciculées pris sur une plante de deux ans, j'ai vu, au contraire, leur nombre se réduire à deux; ils étaient placés vers les angles supérieurs de l'endoderme, dont la section transversale partage la forme demi-elliptique de la section entière de la feuille.

Pinus silvestris (section *Pinaster*).

La germination se présente encore avec les mêmes caractères que dans les espèces déjà décrites.

1° *Cotylédon*. — Le nombre des cotylédons est souvent de 6 ou de 7. Leur section transversale est triangulaire (fig. 101); — l'épiderme ne porte de stomates qu'à la face supérieure et n'est pas doublé d'un hypoderme; — le parenchyme, dont les cellules arrondies ébauchent à peine les plissements de leurs membranes, est séparé de la nervure médiane par un endoderme peu distinct; — la nervure médiane comprend un faisceau libéro-

ligneux indivis, dont la face supérieure s'appuie à quelques éléments de soutien faiblement sclérifiés, mais pourvus déjà de

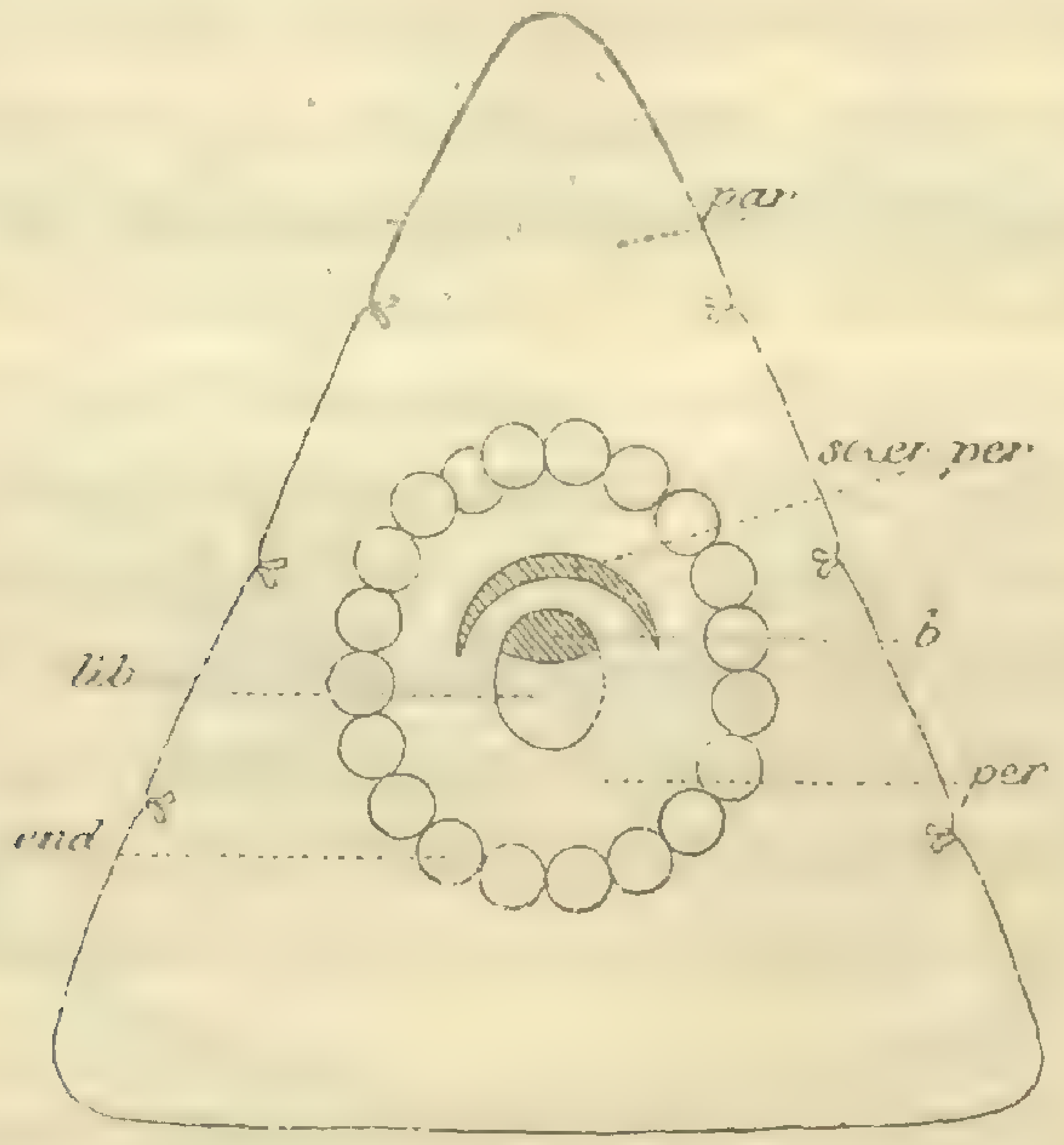


Fig. 101. — *Pinus silvestris* : cotylédon. — *par*, parenchyme; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

ponctuations aréolées; — les divers échantillons que j'ai observés ne m'ont pas montré de canaux sécréteurs.

2° *Feuille primordiale.* — Les feuilles primordiales sont

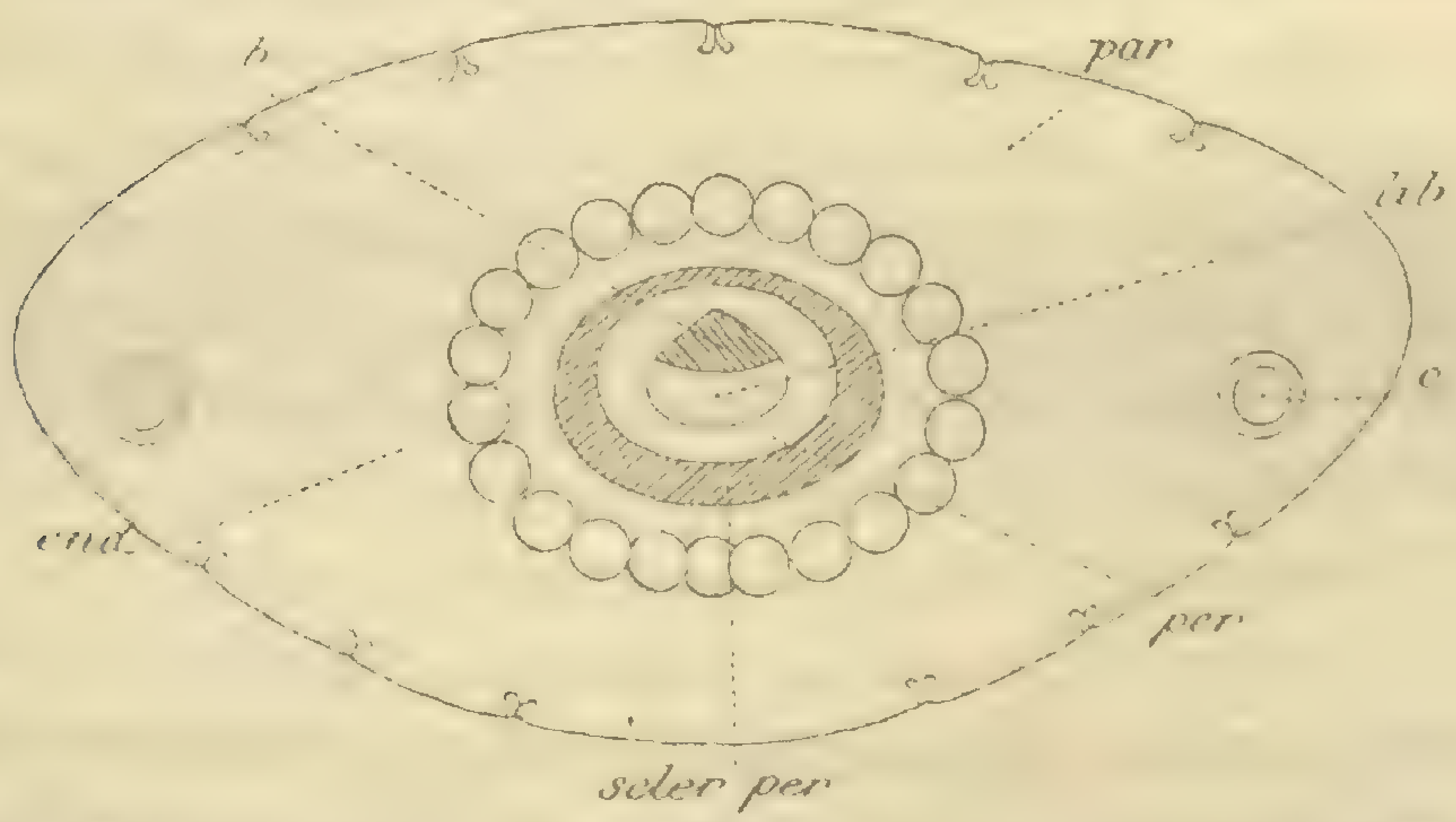


Fig. 102. — *Pinus silvestris* : feuille primordiale. — *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

éparses, mais souvent serrées à la surface de la tige, où elles forment une touffe assez épaisse; — elles sont finement dentées sur leurs bords.

La section transversale est sensiblement elliptique (fig. 102); — l'épiderme est percé de stomates à ses deux faces ; — il porte des files de poils le long des arêtes de la feuille, et n'est encore doublé d'aucune assise hypodermique ; — les plissements des membranes cellulaires caractérisent déjà le parenchyme ; — l'endoderme, à section transversale elliptique, porte des cadres d'épaississement subérifiés ; — le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane (Pl. 17, fig. 20), encore simple dans son ensemble, se laisse cependant partager dans la partie ligneuse en deux portions symétriques par un large rayon médullaire ; — le tissu aréolé se développe dans le péricycle qui le sépare de l'endoderme ; — deux canaux sécréteurs sous-épidermiques occupent les angles de la section, au voisinage de la face inférieure.

3° *Feuille fasciculée.* — Les feuilles géminées présentent fréquemment sur leurs bords, surtout dans les premières années, une fine granulation due à des saillies externes des cellules épidermiques.

La section transversale est demi-elliptique (fig. 103); — l'épiderme, fortement cutinisé dans ses membranes externes, porte des stomates sur ses deux faces ; — une assise hypodermique, sclérifiée, le tapisse intérieurement ; elle est généralement dédoublée sur presque toute son étendue dans les feuilles d'arbres très âgés ; — le parenchyme, homogène et pourvu de nombreux plissements, contient en général deux canaux sécréteurs, occupant la même position que dans la feuille primordiale, et dont l'assise externe partage les caractères de l'hypoderme, avec lequel elle se continue ; dans certaines feuilles, appartenant surtout à des arbres âgés, j'ai observé trois canaux sécréteurs, plongés en plein parenchyme, un dans le plan de symétrie, les deux autres dans les parties latérales ; — à l'intérieur d'un endoderme fort net, dont la section transversale peut s'étrangler légèrement dans le plan de symétrie, le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane se partage en deux branches très distinctes (Pl. 17, fig. 21) ; — le péricycle contient de nombreux éléments aréolés qui, dès la seconde et la troisième année, se disposent surtout

le long d'un arc enveloppant la face libérienne du faisceau : à ces éléments s'ajoutent bientôt quelques fibres lisses, d'abord isolées, mais qui, dans les plantes âgées, se multiplient et for-

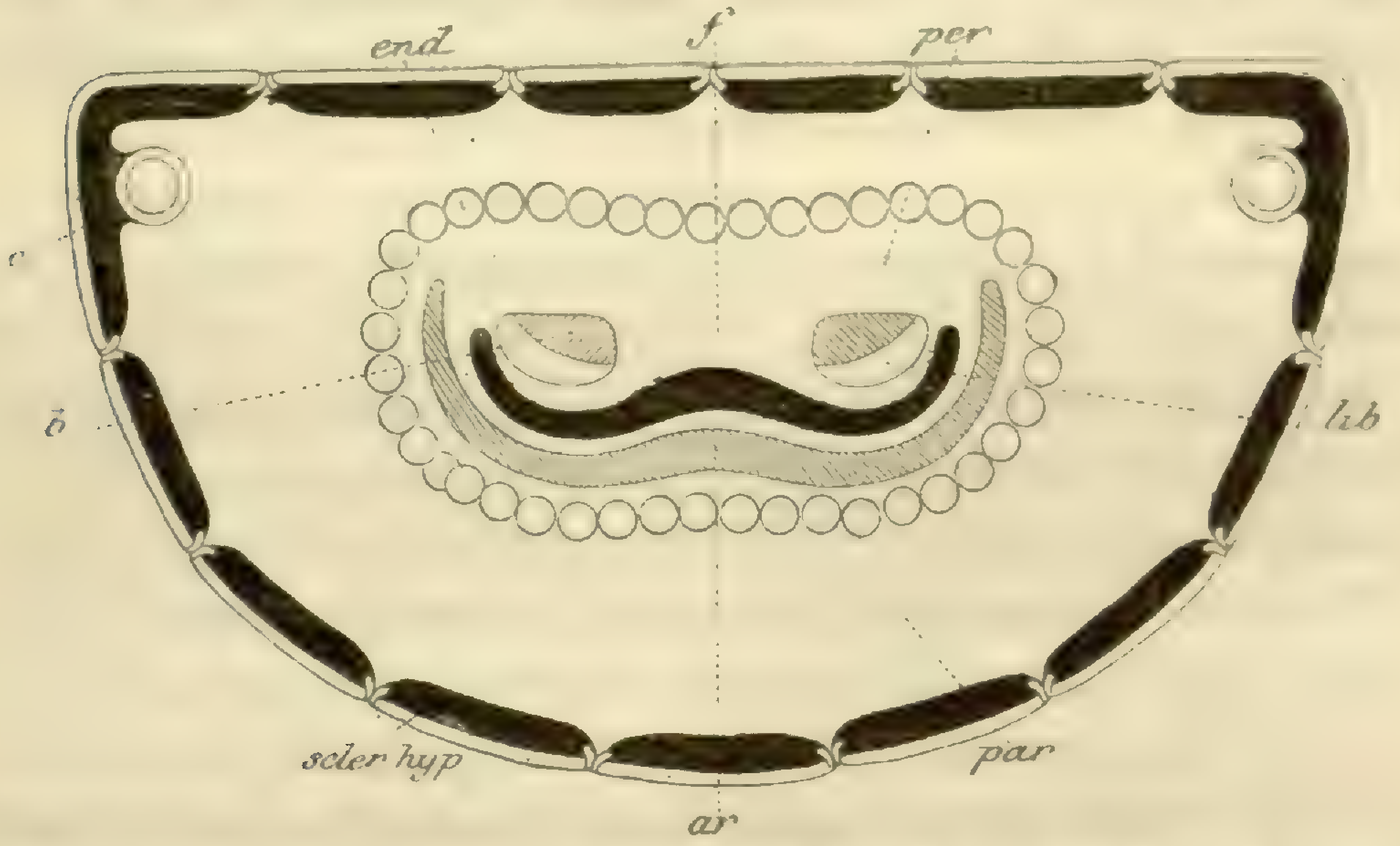


Fig. 103. — *Pinus silvestris* : feuille fasciculée. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

ment, à la façon des cellules aréolées, un arc protecteur à la face inférieure de la nervure ; cet arc est intercalé entre le liber et le tissu aréolé.

Il me paraît inutile de multiplier davantage les exemples. Les *Pinus excelsa* ou Pin pleureur (de la section *Strobus*) : — *P. canariensis* (de la section *Tæda*) ; — *P. cembroides* (de la section *Pinea*) ; — *P. halepensis*, *P. austriaca* (de la section *Pinaster*), etc., suivent, à peu de chose près, les règles qui résultent de l'étude précédente.

Nous sommes en droit de conclure que l'existence de feuilles primordiales est absolument constante chez les Pins. Ces feuilles se distinguent de celles de la plante adulte : 1° par leur distribution à la surface de la tige, où le cycle foliaire est facile à reconnaître, tandis qu'il l'est beaucoup moins à la surface des rameaux très courts qui portent les feuilles fasciculées ; — 2° par l'aspect de leur épiderme, velu aux angles

de la feuille, et toujours pourvu de stomates à ses deux faces, même dans le cas exceptionnel (*Pinus Strobus*) où les feuilles fasciculées n'en portent qu'à la face supérieure; — 3° par l'absence presque absolue des fibres hypodermiques qui fournissent aux feuilles fasciculées au moins une assise protectrice; — 4° par la structure de la nervure médiane, dont le faisceau libéro-ligneux reste toujours indivis, tandis que dans les feuilles fasciculées il se bifurque fréquemment (*P. silvestris*, *P. maritima*, etc.).

D'ailleurs l'appareil conducteur (bois et liber) et l'appareil de soutien (sclérenchyme) y sont moins développés que dans les feuilles fasciculées.

Quant à la forme que présente la section transversale de la feuille, elle n'a pas une extrême importance au point de vue de la comparaison qui nous occupe; elle est, en effet, en relation évidente avec le mode de groupement des feuilles dans le bourgeon. Dans le *P. Strobus*, où les feuilles sont groupées symétriquement au nombre de cinq autour de l'axe du bourgeon, leur section transversale a la forme triangulaire d'un secteur de cercle; dans les *P. maritima*, *silvestris*, etc., où chaque bourgeon n'en renferme que deux, cette section a la forme d'un demi-cercle ou, par l'allongement du diamètre transversal, d'une demi-ellipse.

On peut ajouter, d'une manière générale, qu'entre la structure primordiale et la structure définitive des feuilles de Pins on ne rencontre guère ces transitions insensibles qui chez les *Abies*, ou même chez les *Picea*, conduisent des feuilles du premier verticille ou de la première pousse à celles de la plante adulte. Il n'en faudrait pas conclure cependant que l'apparition des feuilles fasciculées exclue forcément la présence de feuilles éparses, normalement développées; il n'est pas rare, au contraire, pendant les premières années d'existence de la plante, d'observer, sur les longues pousses qui s'épanouissent à chaque printemps, des feuilles solitaires à peu près semblables à celles de la première année; c'est aux aisselles de ces feuilles que sont fixés les rameaux courts, porteurs des feuilles fasciculées. Plus tard, ces feuilles solitaires se réduisent à l'état de simples écailles,

qu'on désigne quelquefois du nom de bractées, et la plante, parvenue à son développement complet, ne porte plus que des feuilles fasciculées.

Une exception à la loi de succession ainsi déterminée a été observée en 1861 par M. Gubler (1). Des individus âgés de *Pinus pinea*, vivant près du golfe de la Napoule, portaient deux sortes de feuilles : aux feuilles fasciculées normales s'ajoutaient des feuilles éparses, d'un vert glauque, possédant une longueur de 12 à 15 millimètres, aplaties, terminées en pointe et dentées sur leurs bords. Les arbres, hauts d'un mètre à peine, étaient rabougris et ne rappelaient aucunement par leur port celui du Pin pignon : leur aspect était plutôt celui de Genévriers. L'observateur ne s'est pas trompé sur la signification morphologique de cette anomalie, qu'il a considérée comme un retour à la forme juvénile ; il a cru en trouver la cause dans le passage fréquent de bestiaux, qui auraient brouté continuellement les pousses jeunes des arbres.

Or j'ai pu observer une anomalie tout à fait analogue sur un pied de *Pinus pinea* que renferme l'École de botanique du Muséum d'histoire naturelle. Cet arbre, qui sans doute n'a pas le port d'un Pin pignon normal, mais qui possède incontestablement l'aspect général d'un Pin, porte chaque année sur certaines pousses deux sortes de feuilles : les unes, éparses, présentent (aux dimensions près) les caractères signalés par M. Gubler dans les feuilles anormales de ses exemplaires ; à leurs aisselles se développent des rameaux courts, porteurs de feuilles géminées, persistant plus longtemps que les premières. En un mot, aux écailles rudimentaires qui, sur un Pin âgé, apparaissent ordinairement à la base des rameaux courts, se substituent ici de véritables feuilles dont la forme et l'aspect manifestent un retour à l'état primordial. Je ferai remarquer, en passant, que l'explication fournie par M. Gubler de l'anomalie qu'il signalait ne peut guère convenir dans le cas présent.

(1) *Bull. Soc. bot.*, 1861, p. 527.

J'ai fait l'étude anatomique de ces feuilles anormales. Leur section transversale est à peu près elliptique. L'épiderme, percé de stomates aux deux faces, se prolonge sur les arêtes latérales par des poils fins, qui communiquent à la feuille sa denticulation externe. Il n'y a pas d'hypoderme ; à peine remarque-t-on, de place en place, quelques fibres isolées. Le parenchyme, pourvu de membranes plissées, est séparé par un endoderme parfaitement caractérisé de la nervure médiane, qui comprend un faisceau libéro-ligneux indivis, plongé dans une gaine de tissu aréolé. Deux canaux sécréteurs, normaux, occupent le voisinage des angles, au-dessous de l'épiderme inférieur. Bref, les caractères anatomiques des feuilles anormales les rapprochent absolument des feuilles solitaires de la plante jeune, ce qui confirme l'interprétation précédemment énoncée (1). Il est bon de remarquer toutefois que ces feuilles anormales empruntent aux feuilles fasciculées, propres à l'état adulte, quelques-uns de leurs caractères, surtout un développement assez riche du tissu conducteur et du tissu de soutien dans la nervure médiane.

Je dois à l'obligeance de M. G. Bonnier la communication de quelques échantillons de Pin maritime qui présentaient une anomalie semblable, et dont l'étude anatomique m'a fourni des résultats analogues.

J'attribue moins d'intérêt aux anomalies signalées par M. Kronfeld (2) dans diverses espèces de Pins, et qui consistent dans une modification du nombre des feuilles de chaque verticille : il en résulte évidemment, pour chacune d'elles, une modification dans la forme de la section transversale.

4. — Genre Larix.

Les Mélèzes adultes portent deux sortes de feuilles. Les unes, visiblement alternes et espacées, se développent à la surface des pousses qui subissent au printemps un accroissement inter-

(1) Le travail de M. J. Vallot, déjà cité (voir p. 161), montre que dans certains cas le retour à la forme primordiale peut n'être qu'apparent : l'étude de la morphologie interne permet encore de l'expliquer.

(2) Kronfeld, *Ueber Polyphyllie*, etc. (*loc. cit.*)

calaire considérable et qu'on qualifie pour cette raison de *pousses longues*; comme elles s'allongent elles-mêmes assez sensiblement, on les appelle aussi *feuilles longues*. Les autres sont insérées suivant une spire très surbaissée à la surface de courts rameaux (*pousses courtes*) nés aux aisselles des feuilles longues; comme elles sont d'ailleurs plus courtes que celles-ci, on les désigne du nom de *feuilles courtes*; on les dit aussi *fasciculées*, à cause de leur rapprochement étroit. Les unes et les autres sont sessiles, aplaties, reposent sur des coussinets bien développés, et (fait exceptionnel chez les Conifères) se détachent de leurs rameaux en automne pour tomber sur le sol : ce sont des feuilles *caduques*.

Aplaties, étroites, d'une consistance généralement assez molle, les feuilles (qu'elles appartiennent aux longues ou aux courtes pousses) possèdent une structure hétérogène qui les rapproche plutôt des feuilles des *Abies* que de celles des *Pinus*. Leur épiderme ne porte de stomates qu'à la face inférieure, où ils sont répartis en deux bandelettes symétriques. Le sclérenchyme hypodermique est nul ou peu développé : quand il existe, comme dans le *Larix europæa*, il forme une simple assise aux angles de la feuille et dans les régions moyennes des faces supérieure et inférieure. Le parenchyme est différencié en deux couches : une couche supérieure de tissu en palissade, une couche inférieure de tissu lacuneux. Deux canaux sécréteurs, généralement grêles, occupent les angles où ils sont intercalés entre l'épiderme et le sclérenchyme sous-jacent. Enveloppée par un endoderme fort net, la nervure médiane est essentiellement constituée par un faisceau libéro-ligneux indivis; le péricycle qui sépare ce faisceau de l'endoderme est partiellement sclérifié : les éléments de soutien y sont représentés par des cellules aréolées et par des fibres lisses.

Larix europæa.

Lorsqu'une graine de *Larix europæa* vient à germer, la tigelle qu'elle produit porte un verticille de cotylédons, au nombre de 5 à 7, du milieu duquel sort une première pousse, uniquement

pourvue de feuilles éparses, qui tombent à la fin de la première année. La pousse de la seconde année ne porte encore que des feuilles solitaires, longues et minces comme les premières, retombant mollement autour de la tige. Plus tard seulement, on voit se développer, aux aisselles de certaines feuilles longues, des bourgeons dont l'épanouissement donne ultérieurement naissance à de courtes pousses, couvertes de feuilles fasciculées.

1° *Cotylédon.* — Le cotylédon présente, dans sa section transversale, une forme triangulaire (fig. 104).

L'épiderme porte des stomates aux deux pans de la face supé-

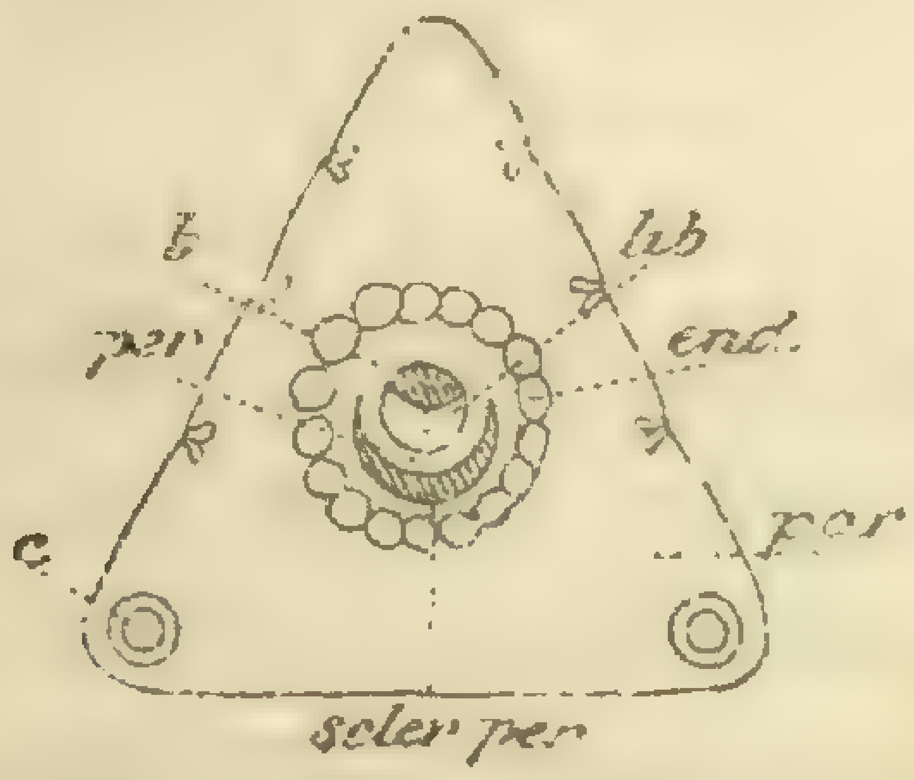


Fig. 104. — *Larix europæa* : cotylédon. — *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

rieure; il en est entièrement dépourvu à la face inférieure.

Le parenchyme, formé de cellules arrondies, contient vers les angles inférieurs deux canaux sécréteurs très déliés.

Un endoderme, composé de cellules volumineuses, à contours arrondis, pourvues d'épaississements subérifiés sur certaines de leurs faces de contact, enveloppe la nervure médiane : celle-ci se réduit à un faisceau libéro-ligneux simple, soutenu vers sa face libérienne par quelques éléments sclérifiés du péricycle.

2° *Feuille de la première année.* — La section transversale est grossièrement elliptique (fig. 105).

L'épiderme, dont les membranes sont nettement cutinisées vers l'extérieur, ne porte de stomates qu'à sa face inférieure, où ils sont déjà disposés en deux bandelettes parallèles.

Le parenchyme est à peu près homogène et formé de cellules à contours irréguliers; cependant celles qui touchent l'épiderme supérieur s'allongent perpendiculairement à sa surface et tendent à s'associer en tissu palissadiforme; celles qui bordent, à droite et à gauche, la nervure médiane, tendent à rayonner autour de celle-ci.

Nulle trace d'hypoderme scléreux, pas plus aux angles de la feuille que dans le plan de symétrie. Cependant quelques cellules du parenchyme, immédiatement sous-épidermiques et intermédiaires aux bandelettes, ont un diamètre plus petit et un contour plus régulièrement arrondi que leurs congénères.

La nervure médiane est entourée par un endoderme dont les cellules présentent dans leurs cloisons de contact une subérifica-

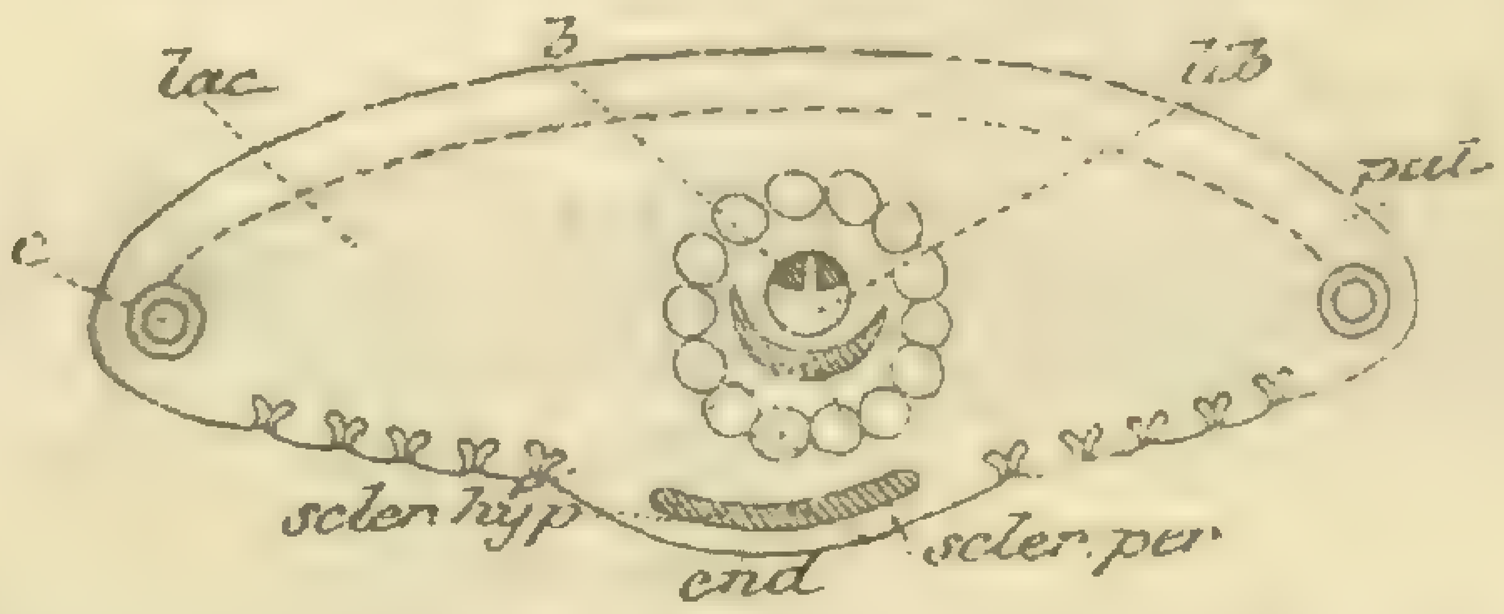


Fig. 105. — *Larix europæa :* feuille primordiale. — *pal*, tissu en palissade; *lac*, tissu lacuneux; *c*, canal sécréteur; *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *end*, endoderme; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique; *b*, bois; *lib*, liber.

tion qui peut s'étendre à la membrane entière. Le faisceau libéro-ligneux est traversé, suivant le plan de symétrie, par une lame de tissu conjonctif qui tend à le diviser en deux branches; c'est une disposition qui peut se rencontrer aussi dans les feuilles de la plante adulte. Certaines cellules du péricycle, à parois irrégulièrement contournées, présentent des ponctuations aréolées; parmi elles se remarquent aussi quelques longues fibres à membranes épaisses et lisses.

3° *Feuilles de l'arbre adulte.* — Les feuilles de l'arbre adulte (fig. 106) diffèrent surtout, au point de vue anatomique, de celles de la plante jeune par l'existence d'une assise hypodermique discontinue, mais bien caractérisée : les fibres occupent les parties moyennes des faces supérieure et inférieure et les angles

latéraux, où elles enveloppent les canaux sécréteurs. On peut aussi remarquer que le tissu palissadiforme, s'y développant progressivement, dédouble son assise, unique au début.

Quant aux différences anatomiques que présentent souvent les feuilles longues et les feuilles courtes de la plante âgée, elles résident surtout dans un inégal développement du tissu hypodermique, plus riche dans les feuilles longues, quelquefois absent dans les feuilles courtes.

Bien que la comparaison des feuilles de la plante adulte avec celles de la première pousse ne révèle pas dans le genre *Larix* des différences aussi nettes que dans les cas précédents, elle montre cependant (ainsi qu'on vient de le voir) chez les feuilles

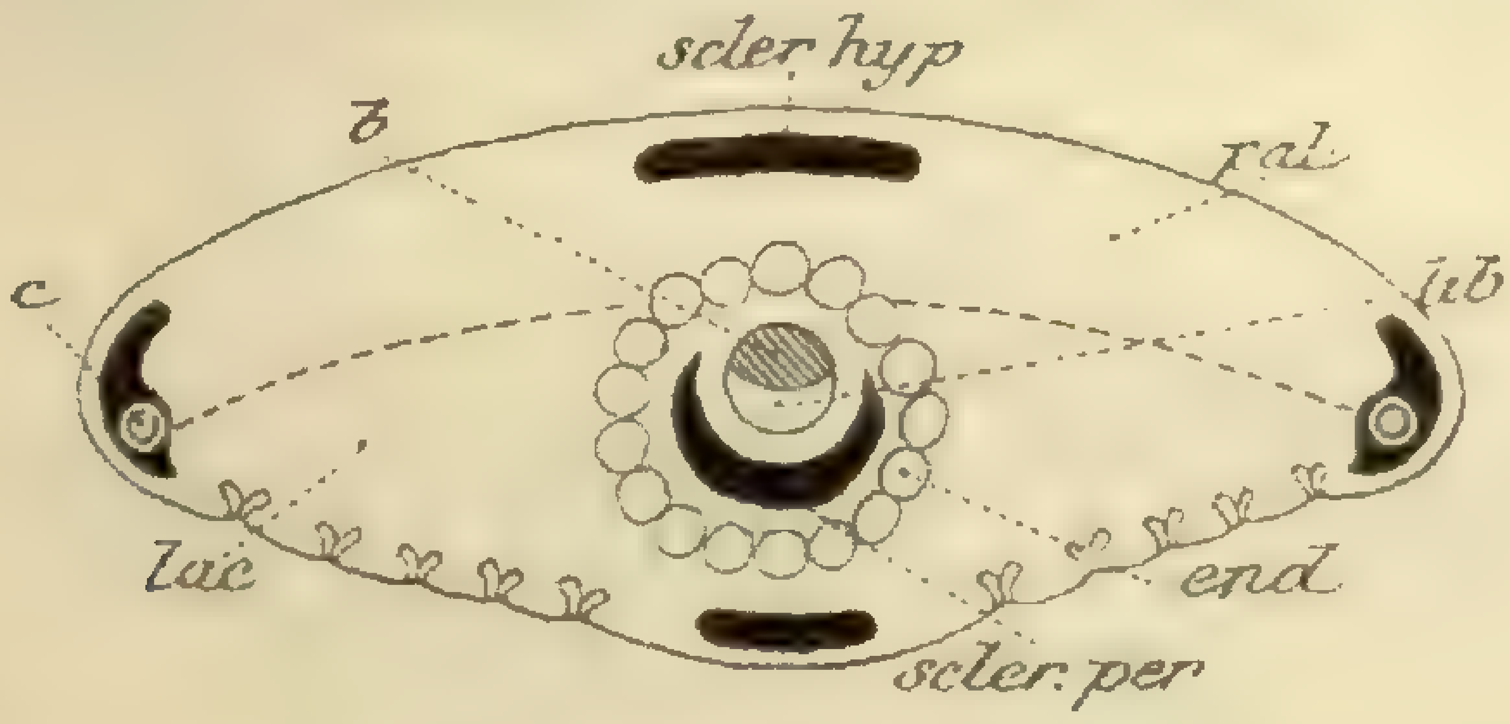


Fig. 106. — *Larix europæa :* feuille définitive. — *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *c*, canal sécréteur ; *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique ; *end*, endoderme ; *scler. per*, sclérenchyme péricyclique ; *b*, bois ; *lib*, liber.

primordiales l'absence totale de l'assise hypodermique qui, pour certaines espèces, caractérise les feuilles définitives, et le très faible développement du sclérenchyme adjacent à la face libérienne du faisceau.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUILLET 1889 A AVRIL 1890 (*Suite*).

Les cellules qui jouent un rôle dans les mouvements des feuilles du *Mimosa pudica* sont de deux sortes : les *cellules sensibles* qui sont le siège du mouvement, et les *cellules conductrices* qui leur transmettent l'excitation. M. Haberlandt (1) a repris, pour en tirer des conclusions physiologiques, l'étude anatomique de ces dernières. Il décrit minutieusement leur forme et la place qu'elles occupent dans les différentes parties de la plante. Partout, dans la tige, comme dans les coussinets, les pétioles et les feuilles, leur position est la même ; on les trouve toujours intercalées aux éléments libériens, accolées aux tubes criblés. Ce sont de longues cellules en forme d'outres disposées en séries longitudinales, renfermant un protoplasme pariétal et un noyau, et qu'on peut homologuer aux poches à tannin du *Phaseolus multiflorus* et du *Robinia Pseudoacacia*. Leurs parois sont tendres, incolores, devenant d'un violet sombre par le chlorure de zinc iodé. Les parois longitudinales sont ponctuées d'un seul côté, celui tourné vers l'élément libérien. Chaque paroi transversale présente une large ponctuation unique, centrale ou excentrique et de diamètre variable ; elle est fermée par une mince membrane, parsemée d'une infinité de petits pores à travers lesquels passent des filaments protoplasmiques. Les cellules sensibles ne se trouvent, comme on sait, que dans le coussinet ; elles sont séparées du liber et des cellules conductrices par deux à trois assises de collenchyme. Les cellules du collenchyme communiquent par des ponctuations : entre elles d'une part, et avec des cellules sensibles de l'autre.

De cette étude anatomique, M. Haberlandt déduit le rôle des cellules conductrices dans la transmission de l'excitation. Cette transmission, selon lui, repose sur les différences de pression hydrostatique provoquées dans ces cellules, et sur le mouvement du suc cellulaire, qui en résulte. Dutrochet et Meyen admettaient que c'est la partie ligneuse du cylindre central de la tige qui est conductrice, car si on fait une incision dans l'écorce, une goutte de liquide vient perler à la surface et cette goutte d'eau, pour Dutrochet et Meyen, provient des vaisseaux du bois. M. Haberlandt a recueilli ce liquide et constaté qu'il renferme, outre des granulations résineuses, une substance organique cristallisable se comportant comme un glycoside, et une substance mucilagineuse du groupe des gommes. Or le contenu des cellules conductrices étudiées plus haut a la même composition. C'est donc, dit M. Haber-

(1) Haberlandt : *Das Reizlander Gewebesystem der Sinnpflange* (Leipzig, 1890).

landt, aux variations de pression de ces cellules et non de celles des vaisseaux qu'est due la transmission de l'excitation. Pour prouver que cette transmission, dans le cas d'une blessure faite à la plante, n'est pas due à une excitabilité particulière du protoplasme, mais à un simple phénomène physique de changement de pression, l'auteur tue préalablement les tiges par l'eau bouillante; il constate alors que l'excitation continue à se transmettre. Il reconnaît, il est vrai, que dans de telles conditions l'excitation par contact ne se produit plus; il n'en rapporte pas moins aux mêmes causes (destruction de l'équilibre hydrostatique et mouvement du suc cellulaire) la transmission de l'excitation.

Le passage du suc cellulaire, d'une cellule à l'autre, se fait par la paroi ponctuée, assimilable à une plaque poreuse. La couche protoplasmique, qui revêt cette membrane de fermeture de la ponctuation, est différente de la couche hyaloplasmique ordinaire; elle est, à l'état permanent (et non passager comme dans les cellules sensibles), très perméable au suc cellulaire et aux substances dissoutes qu'il renferme. Quant à la structure des filaments qui traversent les pores, l'auteur ne la précise pas. Le passage de l'excitation du tissu conducteur au tissu sensible du coussinet ne reposerait pas, d'après lui, comme l'admet Pfeffer, ni sur une soustraction ni sur un apport d'eau, mais serait produit par le changement de volume et de taille des deux sortes de cellules, sous l'influence d'un affaiblissement de pression dans le tissu conducteur.

Il est à regretter que la plupart de ces conclusions soient surtout basées sur des raisonnements provoqués par la simple observation anatomique. Dans cet ordre de recherches, il nous semble de toute nécessité que des expériences viennent confirmer l'interprétation des faits. Sans quoi, les conclusions laissent une large place au doute et ne restent, en somme, qu'à l'état d'hypothèses.

2° *Physiologie des tissus et des organes.*

Le passage des gaz à travers les membranes végétales est, actuellement, le sujet d'opinions diverses. Quelques auteurs admettent que toutes les cellules végétales laissent filtrer les gaz sous une pression mécanique; d'autres, et c'est le plus grand nombre, reconnaissent cette propriété au parenchyme, aux tissus ligneux, etc., mais la refusent au périderme. Les membranes sèches, selon les uns, laissent passer l'air plus facilement que les membranes humides; selon les autres, c'est le contraire qui a lieu.

De nouvelles expériences étaient donc nécessaires; MM. Wiesner et Molisch (1) les ont entreprises, en se servant, comme diaphragmes dialytiques, de membranes cellulaires complètement fermées. Leurs premières recherches ont été faites sur le périderme. Des plaques de liège, de 2 à 3 assises cellulaires, découpées dans le périderme du *Betula alba*, dans la couche phellogène du *Pinus sylvestris*, dans le liège de la tige du *Spiræa opulifolia*, qui ne présentent pas d'espaces intercellulaires, se sont montrées

(1) Wiesner et Molisch : *Untersuchungen über die Gasbewegung in der Pflanze* (Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissenschaften. Vienne, 1889, vol. XVIII, 4-7).

imperméables à l'air, sous une pression de 400 à 700 millimètres de mercure, pendant un temps plus ou moins long, variant entre 14 et 51 jours. Des plaques de liège de 9 à 14 assises de cellules ont été de même imperméables à l'air pendant 24 heures, sous une pression de 4 atmosphères. Les mêmes expériences ont été répétées avec d'autres tissus. Les fruits, tels que le raisin, la prune, la cerise, la pomme, ont des enveloppes dont l'épiderme ne présente pas de stomates. Même après 75 jours de pression à 1 atmosphère, on n'a pu constater, pour ces enveloppes, de perméabilité à l'air. Les résultats ont été analogues, avec le tégument de la graine de *Phaseolus multiflorus*, avec les feuilles de *Mnium punctatum*, avec les feuilles séchées de *Potamogeton crispus*, avec la feuille de Lierre qui est dépourvue de stomates sur la face supérieure, avec l'endosperme du *Phytelephas macrocarpa*, enfin avec une grande algue unicellulaire, l'*Ulva latissima*. Pour la moelle, les matériaux de recherches sont rares, à cause de la présence constante d'espaces intercellulaires. La moelle de la tige du *Juglans regia* remplit heureusement les conditions voulues. Cette moelle se présente sur l'arbre en lames séparées par des espaces assez larges; chacune des lames se compose de nombreuses cellules, remplies d'air, accolées, serrées les unes contre les autres sur une épaisseur d'environ $0^{mm},04$. On obtient, en les enlevant, de minces diaphragmes transparents appropriés aux recherches, et à travers lesquels on n'a pu constater aucune filtration d'air, après 24 heures sous une pression de 380 millimètres. Aucune membrane cellulaire, sèche ou humide, morte ou vivante, ne se laisse donc traverser par l'air, même sous pression.

De ce que ces membranes végétales ne se comportent pas comme des plaques poreuses, il ne s'ensuit pas, cependant, qu'elles soient imperméables aux gaz. Le contraire est déjà, depuis longtemps connu; MM. Wiesner et Molisch ont obtenu de nouveau à ce sujet un certain nombre de résultats. Les membranes cellulaires, d'après leurs recherches, laissent passer facilement les gaz, l'acide carbonique par exemple, si elles sont *imbibées*, mais ne permettent pas du tout la dialyse ou ne la permettent que faiblement, comme le périderme, si elles sont *sèches*. La diffusion est d'autant plus rapide que le tissu est plus imbibé. Les membranes lignifiées sèches se comportent comme le liège. Les membranes non lignifiées sèches sont assimilables à une plaque de caoutchouc; sèches ou humides, elles peuvent être comparées à une plaque de gélatine placée dans les mêmes conditions. L'acide carbonique sort plus rapidement de la cellule, dans l'air que dans l'eau, il diffuse plus vite que l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. La rapidité de diffusion d'un gaz à travers la membrame imbibée d'eau correspond à la formule d'Exner, elle est directement proportionnelle au coefficient d'absorption et inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité de ce gaz. En d'autres termes, la membrane humide se comporte à l'égard des gaz comme une lame d'eau; rappelons que c'est le résultat déjà obtenu par M. Devaux sur les plantes aquatiques. Quand les gaz filtrent, par pression, à travers un tissu, cette filtration doit être attribuée à la présence d'espaces capillaires intercellulaires. A ce propos, MM. Wiesner et Molisch ont constaté que la pénétration est plus rapide à travers la moelle à grandes

cellules qu'à travers la moelle à petites cellules; elle est plus rapide dans le le sens transversal que dans le sens axial. L'eau, en obstruant les conduits capillaires, ralentit le passage des gaz. Enfin il n'y a aucun rapport entre la densité d'un gaz et sa vitesse de passage dans les espaces intercellulaires.

Les observations qui précèdent permettraient peut-être d'interpréter facilement quelques-uns des résultats que M. KRUTICKI (1) a obtenus sans en rechercher les causes. M. Kruticki, étudiant la perméabilité du bois à l'air, a été amené à distinguer : 1° les bois à perméabilité facile comme le Chêne, le Peuplier, se laissant pénétrer par l'air sous une pression de 3 à 10 millimètres de mercure; 2° les bois à perméabilité difficile, comme le Bouleau, l'Érable, exigeant une pression supérieure à 1 atmosphère; 3° les bois, très nombreux, intermédiaires par leur perméabilité aux précédents. Ces trois groupes de bois deviennent, les uns et les autres, d'une entrée difficile à l'air quand les rameaux se terminent par des bourgeons d'hiver. Dans tous également, la pression doit être plus forte quand la plante se dessèche.

L'air que renferment les branches n'a pas toujours la même composition. En hiver, il est plus pauvre en oxygène que l'air atmosphérique, mais plus riche en azote, et surtout en acide carbonique. Au commencement du printemps, la quantité d'oxygène augmente, et celle de l'acide carbonique diminue, de telle sorte que, lorsque les bourgeons s'ouvrent, la composition de l'air du bois est à peu près celle de l'air atmosphérique.

M. TSCHAPLOWITZ (2), par des expériences analogues, cherche à établir le contenu en air des tissus servant à la conduction de l'eau, dans le but de déterminer l'influence de cet air sur le mouvement de l'eau. Il conclut de ses résultats que la pression de l'air ainsi contenu dans le bois ne peut jouer aucun rôle dans l'ascension de l'eau. La capillarité, selon lui, est aussi impuissante, et les deux agents essentiels du phénomène sont l'osmose et l'imbibition.

Le rôle de l'osmose dans l'absorption de l'eau par les racines et dans l'élévation de cette eau jusqu'aux feuilles fut pour la première fois mis en avant par Dutrochet. M. BOEHM (3) a, depuis longtemps, refusé toute valeur à cette théorie. Les phénomènes endosmotiques n'ont pas, selon lui, en général, l'influence qu'on lui attribue. Pour l'absorption de l'eau en particulier, il est facile de s'assurer que cette absorption continue même dans une plante dont les racines ont été tuées par l'eau bouillante ou une solution de sublimé corrosif.

M. Boehm avait, dès lors, admis que l'eau est poussée de bas en haut par les

(1) Kruticki : *Die Gasbewegung in den Pflanzen* (Scripta botanica horti univ. imp. Petropolitanæ, vol. II, F. 2).

(2) Tschaplowitz : *Beitrag zu Lehre von der Wasserbewegung in der Pflanze* (Gartenwissenschaftliche Versuche. Konigl. pomologische Versuchstation. Proskau, 1889).

(3) Boehm : *Ursache des Saftsteigens* (Berichte der deut. bot. Gesellschaft, 1889).

différences de pression de l'air atmosphérique et de l'air inclus dans les éléments anatomiques du bois; mais comme l'a objecté M. Schwendener, cette eau ne devrait guère, alors, monter au delà de 10 mètres. M. Boehm, modifiant sa première manière de voir, se représente l'aubier comme un système de pompes superposées qui se trouvent à différentes phases d'aspiration, et dans lequel, pour une différence de pression relativement faible, la sève monte, de degré en degré, jusqu'à la cime de l'arbre. La bulle d'air d'une cellule, chassant de l'eau dans une cellule située plus haut, se détend; l'eau venant d'une cellule située plus bas vient la comprimer de nouveau; en même temps, l'eau nouvellement arrivée abandonne de l'air dissous, puis la nouvelle bulle se détend, et il y a ainsi des variations successives de pression, se suivant très rapidement.

M. Boehm semble lui-même ne pas tenir énormément à sa nouvelle interprétation. La pression n'est plus aujourd'hui pour lui qu'une cause très secondaire de l'ascension de l'eau. En effet, en supprimant complètement la pression externe au-dessus de l'eau, privée d'air, dans laquelle plongent des rameaux, il a constaté que la prise d'eau par la plante a lieu comme à l'état normal. Il ne reste donc qu'une seule cause possible de l'ascension de la sève : la capillarité. C'est la nouvelle théorie de M. Boehm, qu'il admet par élimination, après avoir constaté que, des trois causes qui peuvent *a priori* produire l'ascension, deux doivent être rejetées.

L'auteur décrit ensuite, telle qu'il se la représente, la disposition de l'eau dans le bois, sous la forme d'un fil continu. Les vues de M. Boehm sur ce sujet ne sont pas entièrement partagées par M. Vesque (1), il en résulte une longue discussion qui ne peut guère être résumée, et pour laquelle nous renvoyons aux articles originaux.

Nous citerons ici, pour mémoire, les recherches de M. Fankhauser (2). L'auteur, qui semble ignorer complètement les travaux de ses devanciers, a découvert que les liquides colorés montent surtout dans le système des faisceaux vasculaires; ils chemineraient principalement dans les parois des vaisseaux qui, sur des coupes, sont très colorées. Les recherches ont été faites avec la fuchsine et le vert solide. L'auteur croit avoir justifié la théorie de l'ascension de l'eau par imbibition.

Au sujet de la localisation de l'eau dans le bois, M. Hartig pense que dans les arbres à bois blanc une partie seulement de ce bois, correspondant à l'aubier des arbres à bois dur, conduit l'eau. M. Wieler (3) restreint à des limites plus étroites le lieu de la montée de l'eau. Pour lui, le dernier anneau

(1) Vesque : Remarques sur le travail de M. Boehm (Annales agronomiques, février 1890).

(2) Fankhauser : *Beiträge zur Erklärung der Saftleitung in Holztheilen der Gefässpflanzen* (Berne, 1889). — *Bewegung der Flüssigkeiten in pflanzlichen Geweben, insbesondere in Gerstenkorn* (Allg. Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation, 1889).

(3) Wieler : *Erwiderung auf R. Hartig's Bemerkungen zu meiner Abhandlung : « Über den Ort der Wasserleitung in Holzkörper, etc. »* (Berichte der deut. bot. Ges., juin 1889).

annuel en communication avec les organes d'absorption conduit seul. Ceci repose sur la nature même de la plante, de ne produire de vaisseaux conducteurs que dans la mesure de ses besoins, provoqués par le nombre des feuilles ou l'intensité de ses fonctions. C'est dans la formation des feuilles qu'il faut rechercher la cause de la formation des trachéides, chaque année. Sont seulement conducteurs, en général, les vaisseaux du dernier anneau et ceux du précédent qui se trouvaient en relation avec les feuilles lorsqu'elles étaient encore à l'état de bourgeons. Ce qui précède est vrai, non seulement pour les tiges, mais même pour les rameaux, qui ne présentent avec les premières qu'une différence d'âge.

Chez les Conifères, le rôle des ponctuations aréolées dans le cheminement de l'eau est encore mal déterminé. Une ponctuation aréolée (fig. 107) est constituée de la façon suivante : les quatre lamelles *a*, *b*,*b*, *a*, de la paroi de la trachéide circonscrivent un disque de membrane non lignifiée *s t s*, qu'elles enchâssent en laissant un canal de passage *c*; la partie centrale du disque s'épaissit au torus *t*. Ce torus, comme la membrane médiane *m* de la paroi, est imperméable aux gaz; le bord clair *s* est au contraire très perméable.

Fig. 107. — Ponctuation aréolée, vue en coupe.

Pour M. Russow, le torus est un appareil mécanique devant être, par sa construction, considéré comme une soupape, différente toutefois des soupapes de nos pompes par ce fait qu'elle se trouve retenue des deux côtés. Quand l'air de la trachéide a été raréfié par l'emploi de l'eau, le tore est attiré et le canal se ferme; l'air ne peut plus, alors, passer d'une trachéide à l'autre et c'est l'eau qui vient rétablir l'équilibre de tension. M. Godlewski, au contraire, regarde la ponctuation comme un filtre, et le tore aurait pour effet de protéger contre les déchirures, quand le courant d'eau est fort, la faible paroi du filtre. Il ne peut être question, selon lui, de rôle d'obstruction, car le torus et souvent la membrane de bordure de la ponctuation présentent des plissements radiaux qui empêchent une fermeture complète. M. Russow, maintenant son opinion, a constaté, au microscope, que les plissements qui n'existent pas du reste dans toutes les ponctuations aréolées, ne se trouvent pas à la surface du torus pressée contre la bordure du canal, mais sur le bord qui dépasse la membrane de fermeture. Il y a donc obstruction complète, et c'est ce dernier point que veut prouver physiologiquement M. Pappenheim (1). Dans ce but, l'auteur calcule les quantités d'eau filtrant, à mesure qu'on augmente la pression, à travers des branches d'*Abies pectinata* et de *Pinus sylvestris*, maintenues aussi fraîches que possible. Si la filtration de l'eau augmente régulièrement avec la pression, l'arbre se comporte comme une plaque poreuse; mais si la filtration suit une marche irrégulière, il faut bien admettre qu'il se produit dans le bois des obstacles au passage de l'eau et une obstruction des pores. Or M. Pappenheim a observé que la quantité

(1) Pappenheim : *Zur Frage der Verschlussfähigkeit der Hoftüpfel im Splintholze der Coniferen* (Berichte der deut. bot. Gesellschafft, février 1889).

d'eau filtrée augmente d'abord avec la pression, mais pour diminuer bientôt de plus en plus. Elle augmente de nouveau, au contraire, quand on cesse d'agir.

Les ponctuations de l'aubier se sont donc fermées, puis de nouveau ouvertes. Il est nécessaire d'ajouter que, même sous une pression de 450 millimètres, l'auteur n'a jamais obtenu un arrêt complet de filtration de l'eau. Il attribue le fait à une fermeture incomplète. Peut-être M. Godlewski aurait-il le droit de faire intervenir ici la présence des plissements.

Toutes les plantes à chlorophylle, sans exception, sont considérées comme capables d'assimiler le carbone de l'air. M. Gaston Bonnier (1) a observé cependant que quelques plantes parasites de la famille des Scrofularinées appartenant aux genres *Euphrasia*, *Bartsia* et *Rhinanthus*, bien qu'ayant des feuilles vertes, ne dégagent pas d'oxygène à la lumière quel que soit l'éclairement, quelle que soit la méthode employée. Ce fait semble donc, au premier abord, contredire la généralité admise du phénomène, mais la contradiction n'est qu'apparente. L'action chlorophyllienne, en effet, n'est pas nulle chez ces plantes, elle est seulement masquée par la respiration. M. Bonnier met en effet en évidence, de la façon suivante, ce double échange des gaz, et, en particulier, le dégagement d'oxygène qui est ensuite réabsorbé par la respiration. Deux éprouvettes sont remplies d'azote; dans chacune d'elles est placé un bâton de phosphore, et, dans l'une seulement, la plante à observer. Après avoir exposé les deux éprouvettes à la lumière, on les met à l'obscurité. Le phosphore luit dans l'éprouvette renfermant la plante, et non dans l'autre, révélant ainsi la présence d'une petite quantité d'oxygène émise par la plante parasite et soustraite à la respiration par le phosphore.

Toutes les plantes parasites à chlorophylle ne présentent pas cette curieuse particularité d'une émission d'acide carbonique toujours plus forte que l'absorption. Chez les Mélampyres, le Gui, par exemple, l'assimilation l'emporte sur la respiration, presque autant que chez les plantes vertes ordinaires. La non-émission d'oxygène à la lumière n'est donc pas, en tous cas, un caractère général pouvant servir de criterium pour la reconnaissance des plantes parasites.

Chez les Cactées l'émission d'oxygène, à la lumière, n'est pas accompagnée d'une absorption corrélative de l'acide carbonique de l'air. De Saussure, le premier, a signalé le fait. Plus récemment, Mayer a constaté dans ces plantes une grande proportion d'acides organiques et M. H. de Vries a établi par des dosages que cette proportion décroît pendant le jour et augmente pendant la nuit. Le rapprochement de ces observations amène à l'hypothèse plausible que les acides organiques, sous l'influence du soleil, sont décomposés par la chlorophylle. Pour résoudre la question, M. Mangin (2) a injecté

(1) Gaston Bonnier : *Note sur quelques plantes à chlorophylle, qui ne dégagent pas d'oxygène à la lumière* (Comptes rendus des séances de la Société de biologie, 16 nov. 1889).

(2) L. Mangin : *Sur les modifications apportées dans les échanges gazeux normaux des plantes par la présence des acides organiques* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, novembre 1889).

avec des solutions titrées d'acides malique, citrique et tartrique d'une part, avec de l'eau distillée d'autre part, des feuilles, aussi semblables entre elles que possible, de fusain, de laurier rose et de lilas, et a observé les différences qui se sont produites dans les échanges gazeux de ces feuilles ainsi traitées. Les feuilles de fusain injectées d'acides organiques se sont comportées comme les Cactées : à la lumière, elles ont émis de l'oxygène sans absorption corrélative d'acide carbonique ; à l'obscurité, elles ont exhalé un volume d'acide carbonique bien plus grand que le volume d'oxygène absorbé, bien plus grand aussi que le volume d'acide carbonique rejeté par les feuilles normales. Ainsi la présence des acides organiques dans les tissus modifie les échanges gazeux respiratoires : à l'état normal, la feuille ne perd que du carbone et accroît ou conserve sa teneur en oxygène ; injectée d'acides organiques, elle perd à la fois du carbone et de l'oxygène. Ainsi peut s'expliquer la particularité physiologique des Cactées ; l'acide carbonique que les tissus de ces plantes exhalent en excès sous l'influence des acides organiques suffit à entretenir leur assimilation.

Cet acide carbonique paraît, en résumé, exhalé indépendamment de toute intervention extérieure des radiations, et le rôle de la chlorophylle se borne à le réduire, avec l'aide de la lumière.

Pour que l'assimilation du carbone ait lieu, il suffit d'un éclairement très faible. Au cours d'un voyage en Norvège, M. G. CURTEL (1) remarquant la singulière activité de croissance des plantes de cette région et la grande taille qu'elles atteignent souvent dans ces terres peu privilégiées, où la belle saison ne dure qu'un temps très court, a été amené à rechercher si une des causes de cette croissance rapide n'était pas la plus grande durée de l'assimilation chlorophylienne, qui s'exercerait même pendant les nuits norvégiennes.

Les expériences ont été faites pour les deux fonctions chlorophylliennes, transpiration et assimilation, pendant la nuit du 31 juillet au 1er août, dans le massif montagneux du Dovre à une altitude de 900 mètres environ. L'auteur s'est servi de feuilles de seigle et de feuilles d'*Hieracium pilosella*.

Ces feuilles ont été laissées pendant un certain temps dans une éprouvette renfermant de l'air pur, sans acide carbonique, et recouverte d'un papier noir. A la fin de l'expérience (1 heure ou 2 heures) l'atmosphère renfermait une quantité notable d'acide carbonique. Les mêmes feuilles ont été alors remises dans l'éprouvette renfermant de nouveau de l'air pur, mais débarrassée de son manchon opaque. Après le même temps que précédemment, il n'a pas été trouvé d'acide carbonique.

La même expérience a été plusieurs fois refaite durant la nuit ; d'autres ont été établies pour l'étude de la transpiration. L'auteur a pu en conclure que : 1° Dans toute la durée de la nuit du 31 juillet au 1er août, il y a eu assimilation et transpiration chlorophylliennes ; 2° en particulier pour l'assimilation, il y a eu un minimum correspondant au minimum de lumière. Ainsi s'explique que les plantes septentrionales, n'ayant pas d'interruption

(1) G. Curtel : *Recherches physiologiques sur la transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes* (Revue générale de botanique, janvier 1890).

dans l'activité de leurs fonctions chlorophylliennes, parviennent en peu de temps à une taille considérable.

Quand les parties vertes d'une plante sont transportées et maintenues à l'obscurité, la chlorophylle se détruit, comme on sait, après un temps plus ou moins long. Cette destruction, pour M. Busch (1), n'est pas un effet direct de l'obscurité, car la chlorophylle peut rester très longtemps intacte en l'absence de lumière; elle n'est qu'un phénomène secondaire résultant de la mort de la cellule séjournant à l'obscurité. Quand une partie de plante est placée à l'abri complet de la lumière, la chlorophylle qu'elle renferme n'est pas détruite, mais émigre vers les parties de la plante éclairées. L'auteur l'a expérimenté sur des *Phaseolus multiflorus, Zea Maïs, Helianthus annuus, Hedera Helix*, etc., dont quelques feuilles étaient entourées de papier noir. Les noyaux des cellules de ces feuilles se dissolvent, la chlorophylle, l'amidon des grains de chlorophylle, quelques substances minérales, comme la potasse et l'acide phosphorique, émigrent.

L'obscurité tue la cellule parce qu'elle supprime sa fonction. C'est ainsi que les nervures foliaires meurent à l'obscurité si toutes les parties de la feuille auxquelles elles servent de canaux conducteurs sont elles-mêmes laissées à l'abri de la lumière; elles continuent à vivre, même à l'obscurité, si les parties vers lesquelles elles conduisent la sève restent éclairées. Le fait peut être, par exemple, observé pour le pétiole à l'égard de la feuille. Les fruits et les graines se développent, en général, comme à l'état normal, dans une obscurité constante, quand il reste sur la tige une quantité de feuilles suffisante pour leur fournir les matières élaborées nécessaires.

L'étiolement de la plante à l'abri de la lumière a été jusqu'ici considéré comme une maladie. Dans certains cas, cependant, c'est un état nécessaire à la vie du végétal; M. Godlewski (2) cherche à le prouver, en particulier, pour la plantule, et ses explications satisferont amplement tous ceux qui veulent bien trouver dans les causes finales les raisons suffisantes de certains phénomènes. M. Godlewski se demande ce que serait devenue la plantule si elle s'était développée sous terre comme à la lumière. Les matières transformées auraient été alors employées inutilement par les feuilles, qui ne peuvent encore assimiler; la résistance que la terre aurait opposée à une large surface foliaire eût été difficilement vaincue par la plante, et les feuilles auraient en même temps subi maintes déperditions. Au contraire, rien de semblable avec les petites feuilles qui se forment à l'obscurité. Comme elles offrent peu de résistance, la plante monte rapidement à la lumière, aidée encore par l'allongement des entre-nœuds qui ont pris pour la circonstance un développement anormal. L'appareil de soutien est peu développé, il est vrai; qu'importe, puisque la plante est protégée contre le vent par la terre

(1) Busch : *Untersuchungen über die Frage ob das Licht zu den unmittelbaren Lebensbedingungen der Pflanzen oder einzelner Pflanzenorgane gehört* (Berichte der deut. bot. Ges., novembre 1889).

(2) Godlewski : *Uber die biologische Bedeutung der Etiolierungserscheinungen* (Biologisches centralblatt, vol. IX, nº 11).

qui l'entoure. Dans les Monocotylédones, les feuilles, gagnant en longueur ce qu'elles perdent en largeur, arrivent de même, par ce balancement bien compris, très rapidement à la lumière. Il n'y a, dans tous ces faits, rien de maladif, mais simplement des phénomènes d'adaptation.

Les graines ne doivent cependant pas être enterrées trop profondément. M. Godlewski en a enfoui quelques-unes à une profondeur de 25 centimètres, et d'autres à une profondeur de 50 centimètres. Tandis que les premières plantes parvenues à la lumière se sont développées normalement, les secondes ont fleuri, mais ont donné des graines qui n'ont pas mûri.

M. Godlewski a observé que la proportion d'eau est la même dans les feuilles à la lumière et à l'obscurité. C'est le résultat que j'avais déjà obtenu (1) en suivant les variations du poids sec et du poids frais de plantes cultivées dans un endroit éclairé ou obscur.

A la lumière, la plante éprouve d'abord une diminution continuelle de poids sec, due à la respiration et aux différentes transformations chimiques qui se produisent dans les cotylédons, mais peu à peu, sous l'influence de l'assimilation qui introduit du carbone dans la plante, cette perte de poids sec diminue, puis le grain l'emporte et le poids de la plante s'élève alors de plus en plus. Ce grain ne croît pas régulièrement pendant toute la vie du végétal, il subit des oscillations fréquentes et présente son principal minimum au début de la floraison. Il y a à cette époque migration de substances du bas de la plante vers le haut, sous l'influence de la forte consommation de carbone par la respiration des fleurs en voie de développement. Au début de la maturation il y a absorption considérable de substances minérales.

A l'obscurité, cette absorption des sels minéraux est toujours excessivement faible. La plante qui germe et se développe dans ces conditions subit jusqu'à sa mort, une diminution de poids sec. Cette mort survient quand toutes les matières de réserve ont été transformées. Pendant la vie de la plante, à part l'axe hypocotylé, toutes les parties sèches pèsent moins qu'à la lumière; pour l'axe hypocotylé, toutes proportions gardées, il est à remarquer que l'accroissement suit la même marche dans les plantes éclairées et dans les plantes étiolées; il augmente, diminue et cesse aux mêmes époques. Sous le rapport de la quantité d'eau, les plantes étiolées en renferment une proportion plus grande que les plantes vertes, dans la racine et dans l'axe hypocotylé, une proportion moindre dans les cotylédons, enfin une proportion égale dans les feuilles, sauf à la fin du développement où elle augmente considérablement à l'obscurité. La grande quantité d'eau de la plante non éclairée est due à un ralentissement de la transpiration et surtout à une augmentation de l'absorption.

Pendant la germination, les causes externes qui peuvent activer le développement de la plantule sont des plus nombreuses, M. Heckel (2) en ajoute

(1) Henri Jumelle : *Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles* (Revue générale de botanique, 1889).

(2) Ed. Heckel : *Nouvelles recherches physiologiques sur la germination des graines* (Journal de botanique, 1889, 17-20).

quelques-unes à celles déjà connues. A la température de 40° à 60°, les graines, qui germent plus lentement qu'à la température ordinaire si elles sont plongées dans l'eau, ont, au contraire, une germination considérablement activée si elles se trouvent dans une atmosphère humide. Le soufre n'a jamais d'action, même sur les embryons qui en renferment; mais l'acide sulfurique, qui, à la dose de 2 p. 100, détruit le pouvoir germinatif, favorise notablement la germination quand l'eau dans laquelle plongent les graines en renferment la proportion de cinq à huit gouttes pour un demi-litre. Quant à l'acide sulfureux, son action est très variable : la dose qui tue les graines de *Sinapis alba* ne fait que suspendre le processus germinatif de celles du *Brassica nigra*.

Signalons, en terminant cette partie physiologique, les deux mémoires de M. de Vries et de M. Kny.

M. *H. de Vries* (1) confirme par des expériences faites sur le *Dipsacus sylvestris* l'opinion de Braun sur les causes de la torsion de certaines tiges. Ce phénomène, assez rare d'ailleurs, et observé pour la première fois par Braun en 1854, est dû à la multiplication exagérée des feuilles, entrainant leur disposition en spirale, et à la déviation de leur base. De plus, des cultures suivies pendant plusieurs années ont permis à l'auteur d'établir que cette torsion est un phénomène d'hérédité, fixable par sélection.

M. Kny (2) a provoqué l'enracinement de tiges retournées d'*Ampelopsis quinquefolia* et d'*Hedera Helix*. Des racines se sont ainsi développées à l'extrémité normalement supérieure, et des bourgeons à l'extrémité inférieure de ces tiges. Chaque branche a également présenté, après quelques années, près de la base, un diamètre plus grand qu'à la pointe, donnant ainsi l'impression d'une plante normale; mais, dans les branches retournées comme dans les branches normalement enracinées, le cal a toujours été plus abondant à l'extrémité organiquement inférieure. Malgré une culture de plusieurs années, le retournement n'a donc été qu'extérieur, jamais intérieur.

II. — Chimie végétale.

Avant ces dernières années, il était presque universellement admis, conformément à la théorie de Boussingault, que les plantes sont incapables de s'assimiler l'azote de l'air et qu'elles empruntent exclusivement aux nitrates ou aux composés ammoniacaux du sol l'azote nécessaire à leur développement. En 1886, M. Franck (3) porta le premier coup à cette théorie. Il mit à germer dans un sol de composition chimique déterminée des graines de Légumineuses dont la teneur en azote lui était connue, et, après un

(1) H. de Vries : *Ueber die Erblickheit der Zwangsdrehung* (Berichte der deut. bot. Ges., août 1889).

(2) Kny : *Umkehrsversuche mit Ampelopsis quinquefolia und Hedera Helix* (Berichte der deut. bot. Gesellschaft, juin 1889).

(3) Franck : *Uber den experimentellen Nachweiss der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbodenbewohnende Algen* (Berichte der deut. bot. Ges., février 1889). — *Uber den gegenwartigen Stand unserer Kenntnisse der Assimilation elementaren Stickstoffs durch die Pflanze* (id., juin 1889).

certain temps de végétation, il analysa de nouveau le sol et les plantes qui s'y étaient développées. Il trouva alors que ces plantes renfermaient une quantité d'azote bien supérieure à celle que leurs graines et le sol avaient pu leur fournir. Il en conclut que l'excès d'azote provenait de l'atmosphère, et les analyses nombreuses qu'il a faites depuis cette époque ont toujours confirmé ses premiers résultats. L'utilisation de l'azote de l'air par les Légumineuses semble donc aujourd'hui hors de doute.

Mais comment est réalisée cette assimilation; et toutes les plantes ont-elles cette faculté? Tels sont les deux points controversés, sur lesquels repose aujourd'hui la discussion.

L'assimilation de l'azote de l'air, d'après M. Frank, peut se faire par toute la surface de la plante, et est une fonction commune à tous les végétaux pourvus de chlorophylle.

M. Frank établit, en effet, que les Algues vertes inférieures, telles que les *Oscillaria*, les *Ulothrix*, les *Chlorococcum*, etc., absorbent l'azote élémentaire. De la terre, arrosée avec de l'eau pure, est placée dans des vases en verre, où l'air ne peut arriver que dépouillé de ses moindres traces d'ammoniaque. Plusieurs des vases ainsi préparés sont laissés à la lumière, les uns stérilisés, les autres sans stérilisation préalable; un troisième lot, non stérilisé, est mis à l'obscurité. Après dix-huit semaines, la terre de chaque vase, dont la composition initiale était connue, est analysée. M. Frank constate que, seuls, les vases non stérilisés, exposés à la lumière, présentent une augmentation notable dans la quantité d'azote qu'ils renferment; les autres vases ont la même proportion d'azote qu'au début de l'expérience, ou même une proportion moindre, par suite de décompositions de substances. En même temps, on observe, au microscope, sur la terre des premiers vases, la formation d'une croûte verte, invisible dans les autres. Cette croûte verte est due à des protonémas de mousses et à une infinité d'Algues, d'espèces variées. Ces végétaux inférieurs sont manifestement la cause de l'absorption de l'azote libre de l'air. Il suffit donc, pour enlever l'azote à l'atmosphère, de la présence d'un protoplasme coloré par la chlorophylle ou une substance voisine, et il n'est nullement nécessaire de faire intervenir dans le phénomène un organe particulier.

Telle n'est pas l'opinion de MM. Hellriegel et Willfarth (1). Les Légumineuses, d'après ces auteurs, n'assimilent pas par elles-mêmes l'azote de l'air; ce rôle est exclusivement dévolu à des bacilles contenus dans les tubercules, qu'on observe sur leurs racines, et, si ces tubercules ne se forment pas, la plante n'emprunte son azote qu'aux nitrates ou aux combinaisons ammoniacales du sol. Des graines de Pois, par exemple, ont été mises à germer dans une terre stérilisée par calcination et arrosée avec de l'eau préalablement chauffée à 60°. Les plantes se sont développées, mais leur teneur en azote n'a pas augmenté. On a alors versé sur le sol calciné quelques centimètres cubes d'une eau qui a été en contact avec la terre d'une

(1) Hellriegel et Willfarth : *Erfolgt die Assimilation des freien Stickstoffs durch den Leguminosen unter Mitwirkung niederer Organismen* (Berichte der deut. bot. Ges., avril 1889). — *Bemerkungen zu den Aufsatze von B. Franck : « Uber den Einfluss, etc. »* (id.).

culture de Légumineuses. A partir de ce moment, des nodosités remplies de bactéries se sont formées sur les racines et les plantes se sont considérablement enrichies en azote. Tous ces changements n'ont pas lieu quand l'eau de la même terre fertile a été chauffée. M. Prazmowski (1), dans des expériences analogues, est arrivé aux mêmes résultats, et M. Bréal (2), à l'appui de ces faits, a constaté que les tubercules sont les parties de la plante les plus riches en azote. Ces deux savants sont, en outre, parvenus à inoculer à des Légumineuses les bactéries prises sur les racines d'une autre plante, de la même espèce ou d'une espèce différente. M. Bréal a fait pousser les plantes, ainsi inoculées, dans du gravier renfermant une solution de chlorure de potassium et de phosphate de chaux. Il a observé, dans ce cas, un gain d'azote qu'il n'a pas retrouvé chez d'autres plantes, cultivées en même temps et dans les mêmes conditions, mais non inoculées. L'influence des bactéries sur l'assimilation de l'azote par les Légumineuses est donc incontestable.

M. Frank ne nie pas cette influence, mais, tandis que MM. Hellriegel et Willfarth ne reconnaissent qu'aux bactéries le rôle assimilateur, M. Frank prétend que la Légumineuse elle-même, indépendamment de l'action microbienne, peut également absorber l'azote libre.

Si MM. Hellriegel et Willfarth n'ont pu observer cette assimilation ni pour les Légumineuses dépourvues de tubercules ni pour les plantes d'autres familles, cela est dû, pense M. Frank, à l'état maladif de leurs cultures. Les Légumineuses pourvues de tubercules ne se distinguent, en effet, selon lui, des autres végétaux que par l'intensité plus grande du phénomène, et il n'y a, à ce point de vue, entre elles et les Graminées par exemple qu'une différence de degré, due peut-être à ce fait que l'action des bactéries vient, chez les Légumineuses, se superposer à l'action de la plante. En résumé, l'assimilation de l'azote libre est, pour M. Frank, un processus commun à presque tout l'ensemble du règne végétal; elle est, au contraire, pour MM. Hellriegel et Willfarth une fonction spéciale, limitée à certains bacilles. Tel est actuellement l'état de la question.

L'azote emprunté, d'autre part, aux matières du sol par les racines, est, comme l'a montré Boussingault, exclusivement utilisé sous forme minérale. Tout d'abord, les composés ammoniacaux furent seuls considérés comme utilisables; puis on admit que l'ammoniaque, pour être employée par la plante, doit passer à l'état de nitrate.

Récemment, M. Müntz (3) a cultivé des végétaux supérieurs dans un sol contenant des sels ammoniacaux, mais exempt de nitrates et soustrait, par stérilisation, à l'action du ferment nitrique. La végétation s'est faite, dans ces conditions, d'une manière satisfaisante, et, cependant, l'examen des

(1) Prazmowski : *O istocie i znaczeniu biologicznem brodawek Korzeniowych grochu* (Académie des sciences de Cracovie, juin 1889).

(2) Bréal : *Expériences sur la culture des Légumineuses* (Annales agronomiques, décembre 1889).

(3) Müntz : *Sur le rôle de l'ammoniaque dans la nutrition des végétaux supérieurs* (Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, octobre 1889).

terres stérilisées n'a jamais donné aucune trace de nitrate formé. Les végétaux supérieurs peuvent donc absorber directement, par leurs racines, l'azote ammoniacal; et la nitrification des engrais ammoniacaux n'est pas une condition indispensable de leur utilisation.

Lorsque la solution nourricière dans laquelle se développent des Sarrazins est privée de potasse, M. Nobbe a démontré que ces plantes se développent à peine mieux que dans l'eau distillée. M. Lupke (1) a refait les mêmes expériences sur le Haricot d'Espagne. Les plantes privées de potasse sont en retard sur les autres, mais sont cependant mieux développées que dans l'eau pure; elle ont formé de l'amidon, ont assimilé et mûri. La potasse, moins indispensable au Haricot qu'au Sarrazin, n'est donc pas, comme le croyait Nobbe, nécessaire à la formation de l'amidon dans les grains de chlorophylle et ne joue pas un rôle spécifique dans l'assimilation.

D'après les analyses de cendres faites par M. Councler (2) avec les feuilles d'*Acer pseudoplatanus*, de *Syringa*, et, avec les plantes entières de *Gentiana ciliata*, d'*Adonis æstivalis*, de Seigle, de Blé, de *Solanum tuberosum*, etc., la potasse semble la substance minérale la plus constamment répandue en abondance dans la plante. Dans le *Viscum album*, elle est accompagnée d'une grande quantité d'acide phosphorique. Dans l'arbre attaqué par ce parasite, les branches malades renferment, de même, plus de potasse et d'acide phosphorique que les branches saines; au contraire, elles renferment moins de chaux.

L'oxalate de chaux peut se présenter dans la plante sous cinq formes différentes : 1° en cristaux des systèmes monoclinique et quadratique; 2° en mâcles; 3° en sphérites; 4° en raphides; 5° en poussière cristalline. M. Kohl (3) décrit quelques expériences destinées à expliquer la production de ces formes variées d'oxalate de chaux dans la cellule. En mélangeant, par exemple, deux solutions de chlorure de calcium et d'acide oxalique, on obtient des cristaux monocliniques dans les mélanges fortement acides, et des cristaux quadratiques dans les solutions faiblement acides, ou neutres, ou alcalines. Les cristaux sont d'autant plus grands que la solution de chlorure de calcium est plus concentrée. Les sphérites se forment, à côté des cristaux quadratiques, dans les mêmes conditions que ceux-ci; ils apparaissent seuls dans les solutions fortement alcalines. D'une façon générale, quels que soient le sel de chaux et l'oxalate employés, l'apparition des formes cristallines différentes est déterminée par la réaction acide, alcaline ou neutre du mélange. Dans la solution de sulfate de chaux et d'acide oxalique, il ne se forme jamais de sphérites.

Au point de vue physiologique, la chaux, dissociée de l'acide oxalique sous des conditions données, sert de véhicule aux hydrates de carbone

(1) Lupke : *Sur le rôle du potassium dans les plantes* (Landw. Jahrb. XVII).
(2) *Botanisches Centralblatt*, 1889.
(3) Kohl : *Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsaüre in der Pflanze.* (Marburg. 1889).

sous forme d'hydrocarbonates de chaux, au point de vue biologique. L'oxalate de chaux servirait, comme la silice qu'on rencontre dans les membranes épidermiques, à protéger les plantes contre les atteintes des animaux et des champignons.

Le rôle de l'oxalate de chaux dans la plante a donné lieu à de nombreuses opinions contradictoires. Aë considère cette substance comme une matière de réserve. M. Wehmer (1) a repris, à ce sujet, sur le *Cratægus oxyacantha*, les expériences d'Aë. Contrairement aux conclusions de ce dernier, l'auteur n'admet pas, à l'automne, un transport, dans les branches, de l'oxalate de chaux, des feuilles mortes, ni, au printemps, un retour de cet oxalate dans les jeunes feuilles, où il se dissoudrait, d'après Aë, pour être employé. Les feuilles d'automne, en tombant, entraînent avec elles tout l'oxalate de chaux qu'elles renfermaient. Les branches mortes, les parties exfoliées par formation de liège en contiennent une grande quantité; les rameaux vieux en présentent une accumulation persistante. L'oxalate de chaux se comporte donc comme un excrétat. Dans les bourgeons, son mode d'apparition et son abondance rendent, en outre, vraisemblable sa formation à l'endroit même où on l'observe. Au mois d'octobre, il remplit la moelle et l'écorce de ces organes, et sa quantité continue à s'accroître jusqu'au début de l'hiver, où sa formation cesse. En avril, la proportion de l'oxalate des bourgeons est sensiblement la même qu'en décembre. Des feuilles coupées à cette époque présentent, vues au microscope, une coloration jaune orange avec le réactif de Nesler, une coloration rouge avec le sulfate de cuivre et la potasse, et ne se colorent pas par le sulfate de diphénylamine. Il y a donc des sels ammoniacaux, mais ni sucre ni nitrates. L'acide oxalique libre et l'asparagine manquent également. Vers la fin d'avril, du nouvel oxalate de chaux commence à apparaître dans les feuilles des bourgeons, et il est manifestement formé en cet endroit, car, à la base de la pousse, la quantité d'oxalate n'a pas varié. Dans les feuilles, le sulfate de diphénylamine donne maintenant la réaction bleue des nitrates. Il n'y a encore ni amidon, ni acide oxalique libre, ni asparagine. La nouvelle séparation d'oxalate de chaux s'est donc produite, dans le mésophylle, sous l'influence des nitrates apportés du sol. L'azotate de chaux s'est décomposé et la chaux s'est unie à l'acide oxalique résultant de l'oxydation des combinaisons organiques, en particulier des hydrates de carbone. La formation des cristaux augmente ainsi jusqu'à l'automne. Les résultats sont les mêmes avec le *Symphoricarpus racemosa*. L'oxalate de chaux est un excrétat, et non une matière de réserve.

Quand des tissus végétaux vivants sont traités par l'alcool, les sphérocristaux formés sous cette action sont en général du phosphate de chaux. Ce phosphate de chaux est loin d'être pur; mais les substances organiques entraînées dans la formation des sphérocristaux ne s'y trouvent qu'ac-

(1) Wehmer: *Das Calciumoxalat der oberirdischen Theile von Cratægus oxyacantha im Herbst und Frühjahr* (Berichte der deut. bot. Ges. juin 1889).

cidentellement et jamais à l'état de combinaisons définies avec le phosphate. Telle est l'opinion de M. Hansen (1) qui a étudié la production de ces sphérocristaux. L'alcool, en agissant sur la cellule, ne précipite pas seulement le sel de chaux de sa solution, il décompose et coagule le protoplasme, et détermine l'apparition de vacuoles dans lesquelles se forment les sphérocristaux. La quantité de phosphate de chaux ainsi isolé est telle que ce sel, s'il était dissous, devrait cristalliser même pendant la vie de la cellule, d'autant plus que, en présence d'une faible quantité d'eau, le monophosphate de chaux soluble devient un biphosphate insoluble. L'alcool n'a donc pas seulement séparé les phosphates du protoplasme comme d'un mélange, il a dû dissocier une combinaison. Si l'on songe maintenant que l'albumine et la globuline sont insolubles dans l'eau et ne peuvent passer à l'état actif que combinées avec des sels minéraux, il devient naturel d'admettre que le phosphate de chaux est uni à ces deux matières organiques. Une telle combinaison donne un sel qui, à vrai dire, n'est pas dissous, mais se trouve à l'état de gonflement favorable aux phénomènes vitaux. L'alcool et les acides la détruisent en coagulant l'albumine.

Ainsi s'explique la présence simultanée des cristalloïdes et des globoïdes dans les grains d'aleurone. Le processus vital, amenant les deux substances à cristalliser, les a séparées, faisant ainsi passer l'albumine à l'état de repos. Puis, à la germination, quand l'activité reprend, une nouvelle combinaison se produit; le grain d'aleurone disparaît. Quelquefois les globoïdes ne sont pas détruits; dans ce cas, les racines ont absorbé des phosphates. Comme M. Hansen le fait remarquer, l'adoption de cette théorie entraîne le rejet de l'opinion de M. Kohl que nous avons signalée précédemment, et d'après laquelle les hydrates de carbone chemineraient sous forme de combinaisons calcaires.

(1) Hansen : *Ueber die Bedeutung der durch Alkohol in Zellen bewirkten Calcium phosphate-Ausscheidungen* (Flora, novembre 1889).

Henri Jumelle.

(A suivre.)

SUR

LE SOMMEIL DES FEUILLES

Par M. LECLERC DU SABLON.

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

On sait depuis longtemps que les feuilles de certaines plantes peuvent prendre, sous l'influence des conditions extérieures, des positions différentes. Prenons pour exemple l'*Oxalis stricta*. Les feuilles de cette plante sont composées de trois folioles étalées horizontalement pendant la journée. Mais au commencement de la nuit chacune des folioles tourne autour de son point d'insertion sur le pétiole commun et vient s'appliquer le long de ce pétiole. On dit alors que la feuille dort, qu'elle occupe la position de sommeil. Le matin, les folioles se relèvent, redeviennent horizontales ; on dit qu'elles sont dans la position de veille. Ce n'est pas seulement la nuit, sous l'influence de l'obscurité, que les folioles effectuent ces mouvements. Au milieu de la journée, lorsque le soleil est ardent et la température élevée, les feuilles peuvent se placer dans la position de sommeil ; au point de vue de la position des folioles ce sommeil diurne est exactement semblable au sommeil nocturne. Enfin les mêmes mouvements peuvent se produire sous l'influence du contact suffisamment prolongé d'un corps étranger. Les mouvements des folioles d'Oxalis et de bien d'autres plantes peuvent donc être provoqués par trois causes différentes : l'obscurité, un soleil ardent, le contact d'un corps étranger.

Examinons maintenant les déformations que subissent les différents tissus du renflement moteur qui est à la base d'une foliole. Dans la position de veille, on voit, sur une coupe longi-

tudinale, que l'épiderme et la plus grande partie de l'écorce sont plus longs que la partie correspondante du cylindre central; de là les plis qui sont à la surface et qu'on voit encore dans la partie externe de l'écorce. Lorsque la feuille se place dans la position de sommeil, les plis de la face concave s'accentuent. Donc, pour que la feuille passe de la position de veille à la position de sommeil, il n'est pas nécessaire que les cellules de la face convexe du renflement s'allongent, il suffit qu'elles aient leurs dimensions normales et cessent d'être comprimées comme dans la position de veille. En somme, dans la position de veille il y a comme un état d'équilibre où les cellules des deux faces sont également comprimées; dans l'état de sommeil, l'équilibre est rompu en faveur des cellules du côté convexe qui présentent leur volume normal, et aux dépens des cellules du côté concave qui sont fortement comprimées.

Ces diverses dispositions des tissus sont faciles à constater en faisant des coupes longitudinales dans des renflements qui ont été conservés dans l'alcool, soit dans la position de veille, soit dans la position de sommeil. Il m'a semblé qu'on pouvait tirer de cet examen un parti utile pour proposer une explication des mouvements de veille et de sommeil un peu différente de celle qui est généralement admise. On trouvera, dans la dernière édition des Leçons de physiologie de M. Sachs (1), un exposé complet des idées classiques sur ce sujet. Je rappellerai seulement que c'est à la différence de turgescence des deux faces du renflement qu'on attribue les mouvements de la feuille. Avant d'exposer ma manière de voir, je citerai une expérience facile à réaliser et qui m'a paru assez instructive.

Dans un renflement moteur on fait une coupe longitudinale d'égale épaisseur et assez mince pour ne contenir que très peu de cellules intactes. On met cette coupe dans l'eau et immédiatement on la voit se recourber pour se mettre dans la position de sommeil. Le même phénomène se produit alors même que le protoplasma a été tué par l'alcool ou même complètement dis-

(1) Julius Sachs : *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*. (Leipzig, 1887.)

sous dans l'eau de Javelle. Dans ce cas ce n'est donc pas la pression interne des cellules qui est la cause du mouvement; ce sont seulement les propriétés de la paroi qui peuvent nous fournir quelque explication.

Lorsque la coupe est plongée dans l'eau, les parois cellulaires se saturent d'eau et tendent à se déployer de façon à faire disparaître les plissements qui existaient. L'écorce étant plus longue que la partie correspondante du cylindre central, les plissements des parois cellulaires ne peuvent s'effacer complètement d'un côté, que si le cylindre central se recourbe et si les plissements du côté opposé s'accentuent au lieu de disparaître; c'est précisément là le résultat fourni par l'expérience.

Pourquoi est-ce le côté supérieur du renflement (s'il s'agit de l'Oxalis) qui est devenu convexe et a comprimé le côté opposé? L'étude anatomique du renflement peut, dans une certaine mesure, permettre de répondre à cette question. Les cellules corticales du côté convexe (j'appelle ainsi le côté qui devient convexe dans la position de sommeil) ont en général des parois plus épaisses que celles du côté concave; il est par conséquent naturel qu'en se saturant d'eau ces parois tendent à reprendre leur forme normale avec plus de force. Le résultat de l'expérience que je viens de décrire peut donc s'expliquer par les propriétés qu'ont les parois cellulaires de faire disparaître leurs plissements, avec d'autant plus de force qu'elles sont plus épaisses, quand elles se saturent d'eau. Peut-on d'une façon analogue se rendre compte des mouvements observés dans la nature?

Pendant le jour il existe un état d'équilibre dans lequel le cylindre central du renflement moteur est à peu près rectiligne et où les cellules de l'écorce sont également plissées et comprimées sur les deux côtés.

Supposons maintenant que, par suite d'un soleil très intense ou de la sécheresse du sol, la quantité d'eau contenue dans la plante vienne à diminuer; la turgescence deviendra très faible dans le renflement moteur, aussi bien sur une face que sur l'autre, et n'aura qu'une influence négligeable sur la forme du renflement. Comme dans l'expérience citée précédemment l'é-

lasticité des parois entrera seule en jeu. Mais cette expérience même nous apprend que cette élasticité est plus grande sur la face convexe, dont les cellules tendent, avec plus de force, à reprendre leur forme normale ; donc la feuille devra prendre la position de sommeil. C'est ce qu'on observe en effet dans le sommeil diurne du milieu de la journée, et d'une façon constante, lorsque la plante se trouve dans un sol très desséché. Les mouvements provoqués de la Sensitive étant, comme on sait, corrélatifs d'une perte d'eau du renflement moteur, doivent, quant à leur mécanisme, être rapprochés des mouvements de sommeil diurne. M. Pfeffer avait d'ailleurs indiqué ce rapprochement.

Le sommeil nocturne se manifeste par les mêmes mouvements que le sommeil diurne, mais est provoqué par une cause opposée : une augmentation de la quantité d'eau dans le renflement moteur. Le soir, lorsque la transpiration se ralentit, l'eau s'accumule dans ce renflement. Les cellules ayant la même forme, et, autant qu'on peut en juger, le même contenu sur les deux faces, on n'a pas de raison pour supposer que la turgescence augmente plus d'un côté que de l'autre. Il est, au contraire, naturel de supposer que les parois du côté convexe étant plus épaisses que celles du côté concave absorbent plus d'eau et se gonflent avec plus de force. L'équilibre qui existait entre les deux faces du renflement est par là rompu au profit du côté convexe dont les cellules se déploient pendant que le côté concave est plus fortement comprimé. La même chose se produit lorsqu'on met dans l'eau une coupe épaisse et encore vivante.

Telle est la manière de voir qui m'a été suggérée par un grand nombre d'observations. On ne peut avoir la prétention sur un pareil sujet d'expliquer les faits sans avoir en aucune façon recours à l'hypothèse, on ne doit cependant accorder à l'hypothèse qu'une part aussi faible que possible ; c'est pour cette raison qu'une explication des mouvements de sommeil des feuilles fondée sur l'expérience et l'observation m'a paru utile à présenter.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

L'APPAREIL SECRÉTEUR DES PAPILIONACÉES

Par M. William RUSSELL (1)

Lorsqu'on examine une coupe transversale pratiquée dans la tige d'un *Phaseolus*, on voit qu'au voisinage des faisceaux sont de larges cellules dont le contenu noircit en présence de l'acétate de fer et se colore en jaune orangé par le réactif de Brœmer (2).

Ces cellules renferment, en effet, du tannin et comme elles sont disposées en file continue s'étendant depuis le niveau des cotylédons jusqu'à l'extrémité des dernières ramifications, elles représentent de véritables laticifères à parois propres.

La présence de cellules sécrétrices, chez les Papilionacées, a été en premier lieu signalée par M. Sachs (3) chez les *Phaseolus*, puis par M. Trécul (4), qui a vu qu'un grand nombre de plantes de cette famille possédaient des appareils sécréteurs analogues ; mais ce dernier botaniste n'ayant étudié que des plantes adultes n'a pu déterminer avec précision quelles étaient la nature et l'origine de ces cellules à tannin, car si dans la plante jeune le tannin se localise dans des cellules spéciales, il n'en est pas de même dans la plante âgée, où il peut se répartir dans n'importe quelle

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de botanique de la Sorbonne dirigé par M. le professeur Bonnier.

(2) *Un nouveau réactif histochimique des tannins* (Soc. sc. nat. de Toulouse, janvier 1889).

(3) *Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne.* (Sitz. Ber. der Wiener Akad., 1859, p. 57.)

(4) Ann. s. nat. V^e^ série t. IV, p. 378.

cellule du parenchyme. M. Sachs, qui a suivi pas à pas la germination du Haricot, a bien observé que les cellules à tannin étaient de nature libérienne, mais n'a pas poussé assez loin ses investigations pour pouvoir dire comment elles se formaient.

Dans le bourgeon terminal d'une plante qui a rompu ses enveloppes séminales, la marche de la différenciation est trop rapide pour que l'on puisse saisir le moment où se forme une cellule à tannin; aussi est-il préférable de prendre une plantule encore renfermée dans la graine; l'embryon de Haricot, par exemple, par son grand développement, peut être un sujet d'étude facile.

Si donc on fait des coupes au-dessus de la première paire de feuilles de la jeune plantule, on voit qu'à une très courte distance du sommet, dans le tissu non encore différencié du cylindre central, certaines cellules prennent successivement plusieurs cloisons radiales, puis quelques cloisons tangentielles, de façon à former des îlots composés de files de petites cellules.

A peine ces îlots sont-ils constitués, que l'on voit une des cellules de chacun, souvent deux, prendre vers un de leurs angles, une cloison qui découpe une petite cellule; celle-ci s'accroît rapidement sans se cloisonner désormais, tandis qu'au contraire, les cellules voisines continuent à se diviser et constituent bientôt un amas autour de la cellule considérée; de cet amas cellulaire naîtront du côté externe les éléments du liber, et du côté interne, en arrière de la cellule, les éléments du bois.

Les cellules à tannin se forment donc avant le bois et le liber, mais, ainsi que l'a montré M. Sachs, le tannin ne fait son apparition à leur intérieur qu'au moment de la germination.

Dans les plantes adultes, le tannin cesse d'être localisé dans des cellules spéciales et se trouve disséminé dans les cellules corticales et médullaires; il coexiste alors dans les régions épidermiques et hypodermiques avec un pigment rouge qui a les mêmes réactions que lui. (Voyez au sujet des relations du pigment rouge avec le tannin le travail de M. Wigand, résumé dans le *Bot. Zeitung*, 1888, n° 11.)

Les cellules à tannin sont d'ordinaire au nombre de deux dans

chaque faisceau chez les *Phaseolus*, l'*Onobrychis* et l'*Ornithopus*; elles sont souvent en nombre double chez le *Lotus* et le *Tetragonolobus*.

Dans tout ce qui précède, j'ai considéré, je puis dire *à priori*, le tannin comme une substance de rebut et les cellules qui le contiennent comme représentant les éléments d'un appareil sécréteur.

Cette manière de voir, qui a aussi été celle de M. Sachs (1) et qui est encore celle de M. Haberlandt (2), n'est pas, comme on sait, partagée par tout le monde.

Ainsi, M. Pfeffer (3) admet que dans certains cas cette substance peut se comporter comme une matière de réserve, tandis que dans d'autres elle est sans utilité.

M. E. Schulz (4), dans ses recherches sur les feuilles persistantes, recherches qui avaient pour but de montrer que ces feuilles emmagasinaient des réserves pendant l'hiver, n'ayant trouvé que du tannin dans leurs cellules, a cru devoir conclure qu'il y jouait le rôle de matière de réserve.

Enfin M. Möller (5) considère le tannin comme un produit direct de l'assimilation, se formant avec l'amidon dans le tissu en palissade des feuilles, d'où il se rend par le mésophylle dans les nervures et de là dans les endroits où il va s'accumuler, au voisinage des faisceaux et dans l'épiderme. Ce tissu aurait même, pour fonction spéciale, de conserver pendant l'hiver le tannin qui, au printemps, serait utilisé par la plante.

En présence de ces diverses opinions, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile de rechercher si, chez les Papilionacées, le tannin jouait, oui ou non, un rôle.

Dans ce but, j'ai pris deux lots de graines de Haricot d'Espagne (*Phaseolus multiflorus*) et j'ai semé l'un d'eux A à la lumière et l'autre B à l'obscurité; au bout de trois semaines, les plantes

(1) Sachs : *Loc. cit.*, et *Lehrbuch der Botanik*, 1874.
(2) G. Haberlandt : *Das Reizleitende Gewebesystem der Sinnpflanze*, p. 79.
(3) Pfeffer : *Planzenphysiologie*, 1881, t. I, p. 268.
(4) E. Schulz : Flora Ann. 1888, n° 15 et 16.
(5) H. Möller (Berichte der deutschen Bot. ges., t. VI).

ayant germé et développé leurs premières feuilles, le tannin avait fait son apparition dans les cellules spéciales, aussi bien dans les plantes vertes que dans les plantes étiolées, quoiqu'en plus petite quantité chez ces dernières.

L'amidon, très abondant dans la plante verte, ne se trouvait que dans l'endoderme de la plante étiolée.

J'ai alors placé à l'obscurité une plante du lot A après avoir enlevé ses cotylédons, et, l'ayant laissée en expérience pendant un mois, j'ai constaté que tout l'amidon avait disparu, tandis qu'au contraire le tannin avait subsisté.

Les plantes du lot A, maintenues à la lumière, avaient dans ce laps de temps augmenté considérablement leur teneur en tannin qui commençait à se disséminer dans les cellules ordinaires ; quant aux plantes du lot B, elles avaient cessé de s'accroître ; tout l'amidon fourni par leurs cotylédons avait disparu et leur sommet se flétrissait ; cependant toutes les cellules spéciales renfermaient du tannin.

Il résulte donc de ces expériences : 1° que le tannin, qui n'existe pas dans la graine, apparaît dans les plantes maintenues à l'obscurité, lesquelles sont incapables de fabriquer des réserves ; 2° qu'il subsiste dans la plante sans être utilisé, alors que tout l'amidon qu'elle renferme ayant disparu, celle-ci meurt faute d'éléments nutritifs.

En résumé :

Le *tannin se comporte chez les Papilionacées comme une matière d'excrétion qui au début se localise dans des cellules spéciales analogues à des laticifères, lesquelles apparaissent dans les faisceaux avant la différenciation de ceux-ci en bois et en liber.*

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR

LES FEUILLES DES CONIFÈRES

Par M. Aug. DAGUILLON (*Fin*).

5. — Genre Cedrus.

Les Cèdres adultes portent, comme les Mélèzes, deux sortes de feuilles, mais toutes persistantes : des feuilles éparses sur les longues pousses, et des feuilles fasciculées sur les courtes ; les premières sont elles-mêmes en général plus longues que les secondes. La forme de leur section transversale est grossièrement triangulaire ou polygonale : elle ne présente pas un contour absolument constant dans chaque espèce. Sessiles et supportées par de volumineux coussinets, ces feuilles ont une surface à peu près lisse : en tous cas on n'y remarque pas à l'œil nu de bandelettes longitudinales analogues à celles qui caractérisent les feuilles des *Larix*.

L'épiderme, doublé d'une assise hypodermique continue, porte sur chaque face de la feuille quelques files longitudinales de stomates qui paraissent en général plus nombreuses à la face inférieure qu'à la face supérieure ; l'assise hypodermique s'interrompt au niveau de chaque orifice stomatique.

Le parenchyme, parfaitement homogène, est formé de cellules à peu près isodiamétriques, mais qui toutefois tendent à se disposer, comme chez les *Picea*, en files rayonnant de l'axe vers la périphérie.

Deux canaux sécréteurs, dont la position emprunte une cer-

taine variabilité à l'irrégularité même de la forme extérieure de la feuille, signalée plus haut, sont placés au voisinage des arêtes droite et gauche, immédiatement au-dessous de l'épiderme inférieur.

La nervure médiane est séparée du parenchyme par un endoderme de la plus grande netteté, pourvu de cadres d'épaississement subérifiés. Elle se compose essentiellement d'un faisceau libéro-ligneux qu'on peut qualifier de simple, mais qui se laisse cependant diviser, aussi bien dans sa portion libérienne que dans sa portion ligneuse, par un large rayon médullaire. Le péricycle renferme, surtout à la face dorsale du faisceau, des éléments de soutien ; ce sont : 1° des cellules aréolées ; — 2° des fibres lisses, comprises généralement entre le liber du faisceau et le tissu aréolé.

Les embryons des Cèdres sont généralement pourvus d'un verticille d'environ 9 cotylédons ; j'ai vu cependant, chez certains échantillons de *Cedrus deodara* notamment, ce nombre s'élever jusqu'à 13. Peu après le début de la germination, ces cotylédons épigés s'étalent au sommet de la tigelle en une couronne régulière, et du centre de ce verticille sort une pousse terminale qui s'allonge verticalement. Celle-ci ne porte souvent que des feuilles éparses, ce qui permet de l'assimiler aux pousses longues de la plante adulte ; quelquefois cependant, lorsque la végétation de la jeune plante trouve des conditions particulièrement favorables, on voit se développer dès la première année, aux aisselles de certaines feuilles éparses, de courtes pousses supportant des feuilles fasciculées ; cette ressemblance hâtive entre la plante jeune et sa forme adulte nous permet de prévoir que la différenciation anatomique des feuilles chez les Cèdres doit suivre une marche plus rapide que dans les genres précédents.

L'étude des trois espèces du genre *Cedrus : C. deodara*, *C. atlantica* et *C. Libani*, va nous éclairer sur ce point.

Cedrus deodara.

M. Bertrand caractérise les feuilles de cette espèce : 1° par la

présence de stomates à la face inférieure de l'épiderme ; — 2° par la forme subtétragone de l'organe entier ; — 3° par le grand nombre des files de stomates qui occupent l'une ou l'autre face (8-12 files à la face supérieure ; — 4-6 files à la face inférieure).

1° *Cotylédon.* — La section transversale du cotylédon a, comme chez les Pins, la forme d'un triangle isocèle assez haut (fig. 108).

L'épiderme est pourvu de stomates sur les deux pans de la face supérieure. Il est doublé dans toute son étendue par une ou

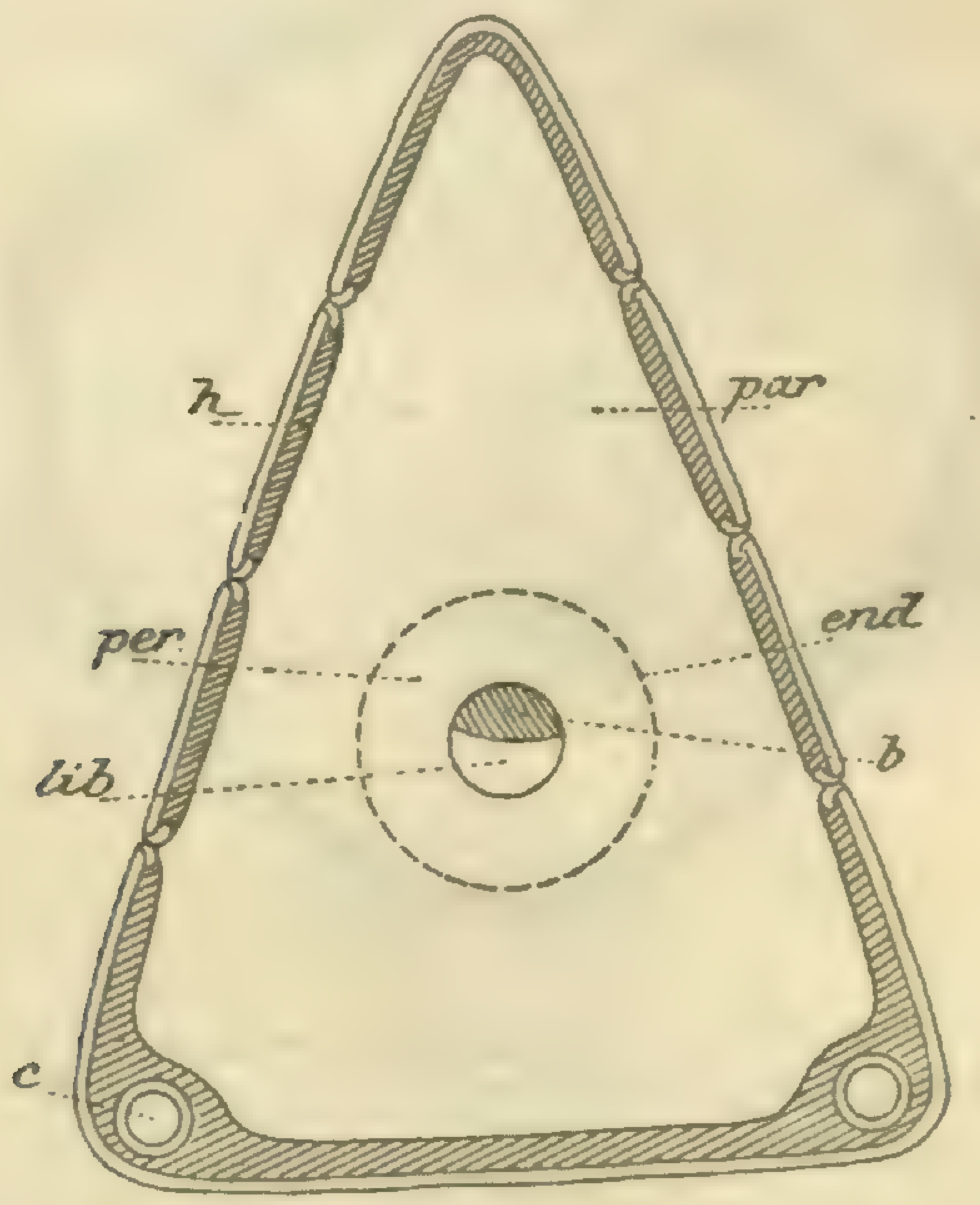


Fig. 108. — *Cedrus deodara :* cotylédon. — *h*, hypoderme ; *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *b*, bois ; *lib*, liber.

plusieurs assises de cellules petites, assez étroitement serrées, non lignifiées cependant ; c'est une sorte d'hypoderme imparfait : l'assise est unique sous la face supérieure ; elle se multiplie au contraire sous la face inférieure, surtout au voisinage des angles, où les cellules du tissu protecteur enveloppent deux canaux sécréteurs fort nets (Pl. 18, fig. 25). Le parenchyme général est, au contraire, formé de grandes cellules à contours arrondis, qui, au voisinage de la face supérieure et sous l'assise hypodermique, s'allongent normalement à la surface de l'organe, prenant en quelque sorte l'aspect palissadiforme.

La nervure médiane (Pl. 18, fig. 22) est enveloppée d'un péri-

cycle, dont les cellules, petites et polyédriques, sont sclérifiées sur quelques points ; les cellules de son assise la plus externe alternent fort nettement avec celles de l'assise la plus interne du parenchyme ambiant, qui peut être dès lors considérée comme l'endoderme. Le faisceau libéro-ligneux est indivis.

2° *Feuille primordiale*. — La section transversale est fréquemment tétragone ; toutefois sa forme est soumise à certaines

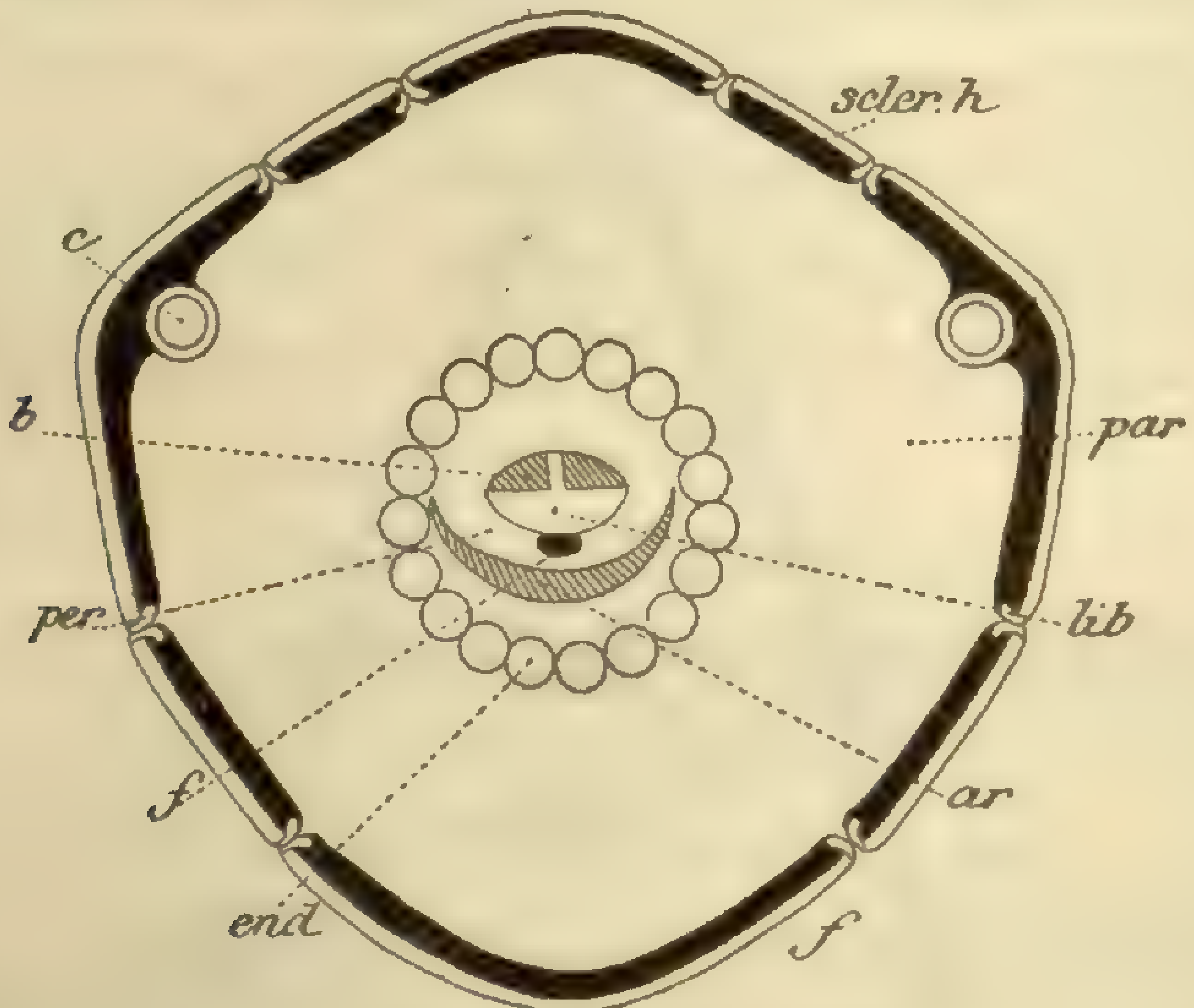


Fig. 109. — *Cedrus deodara* : feuille primordiale. — *scler. hyp*, sclérenchyme hypodermique; *c*, canal sécréteur; *par*, parenchyme; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *ar*, tissu aréolé; *f*, fibres lisses; *b*, bois; *lib*, liber.

variations; elle peut présenter par exemple un aspect hexagonal (fig. 109).

L'épiderme, entièrement lisse et dépourvu de poils, est percé de stomates sur toutes les faces de la feuille; il est doublé dans toutes ses parties, sauf aux points qui correspondent aux stomates, par une assise continue d'hypoderme à membranes lignifiées. Le parenchyme que recouvre cet hypoderme est constitué par des cellules dont les membranes portent déjà, vers l'intérieur des cellules, des replis comparables à ceux que nous avons remarqués dans les feuilles des Pins. Deux canaux sécréteurs, immédiatement sous-épidermiques, occupent les arêtes latérales de la feuille, où ils écrasent en quelque sorte l'assise hypodermique. La nervure médiane (Pl. 18, fig. 23), protégée par un endoderme

fort net, pourvu de cadres d'épaississement, est déjà divisée dans sa partie ligneuse par un large rayon médullaire, occupant le plan de symétrie ; toutefois certains échantillons montrent un bois parfaitement indivis.

Au liber indivis est adossé dans le péricycle un arc de tissu aréolé ; entre cette bande péricyclique et le liber s'intercalent fréquemment quelque grosses fibres à membranes épaisses et lisses (1, 2 ou 3 au plus).

3° *Feuille d'un arbre adulte.* — On sait qu'il faut ici, d'après

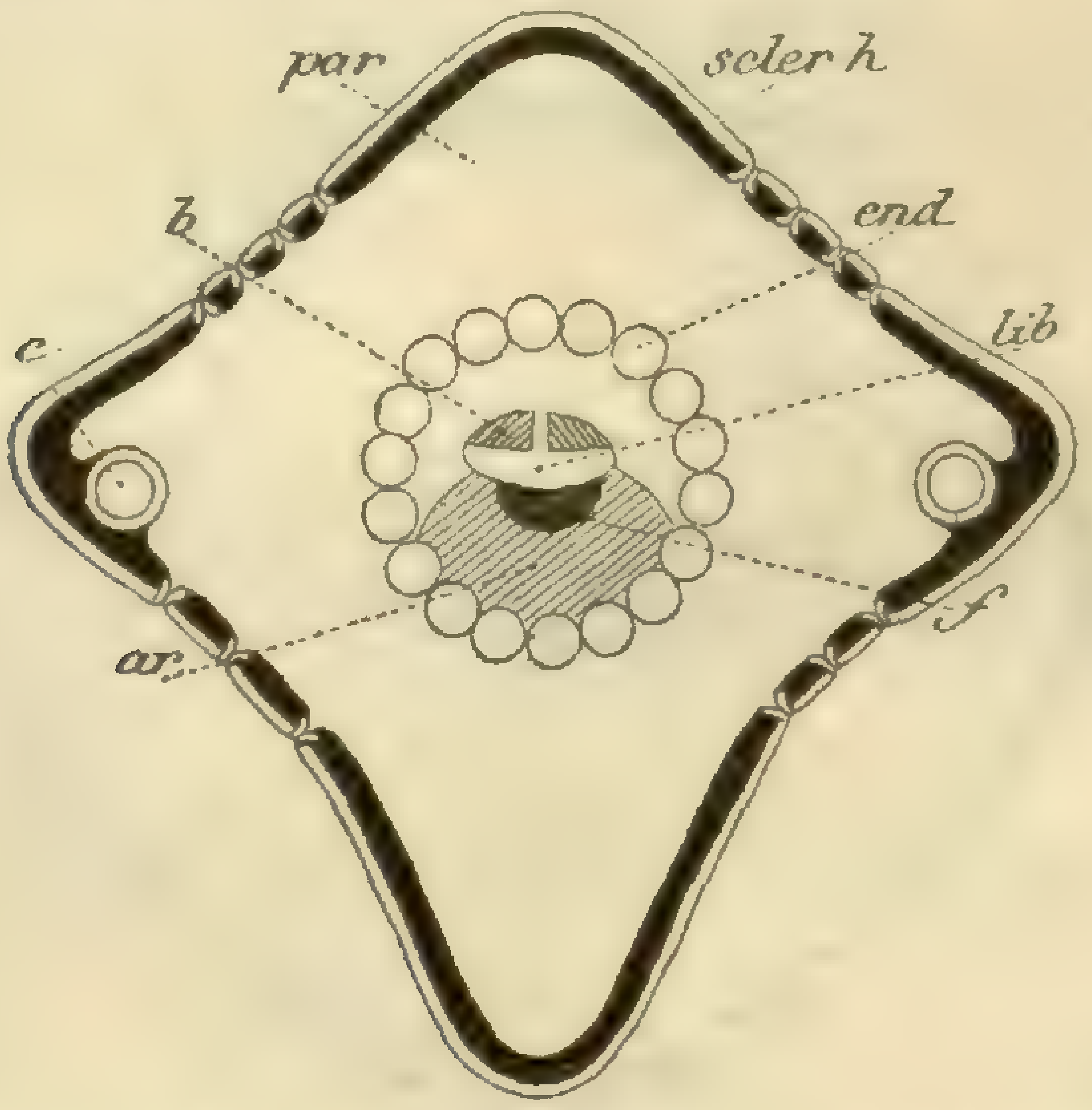


Fig. 110. — *Cedrus deodara* âgé : feuille longue. — *scler. h*, sclérenchyme hypodermique; *par*, parenchyme; *c*, canal sécréteur; *end*, endoderme; *ar*, tissu aréolé; *f*, fibres lisses; *b*, bois; *lib*, liber.

l'étude de la morphologie externe, distinguer les feuilles longues et les feuilles courtes. Étudions par exemple une feuille longue.

Sa section transversale (fig. 110), bien que soumise encore à certaines irrégularités, est en général assez nettement tétragone.

L'épiderme porte des stomates à ses deux faces, où ils paraissent fréquemment localisés le long de quatre zones assez analogues à des bandelettes. L'hypoderme scléreux, le parenchyme général, l'appareil sécréteur, ne présentent pas de différences sensibles avec ceux des feuilles primordiales (Pl. 18, fig. 26); je n'ai pas observé la différenciation hétérogène du parenchyme, que M. Bertrand signale comme un caractère spécifique.

Dans la nervure médiane (Pl. 18, fig. 24), le bois est toujours bipartit, et le large rayon médullaire qui le divise en deux moitiés symétriques s'étend jusque dans le liber. Quant au sclérenchyme péricyclique, on y voit se développer les éléments fibreux, dont le nombre peut s'élever jusqu'à dix.

Une section transversale dans une feuille courte (fig. 111) montre quelques différences de structure : la principale consiste en une réduction du nombre des éléments fibreux dans le péricycle, qui peut tomber par exemple à 2.

En somme, les feuilles éparses de la plante jeune diffèrent

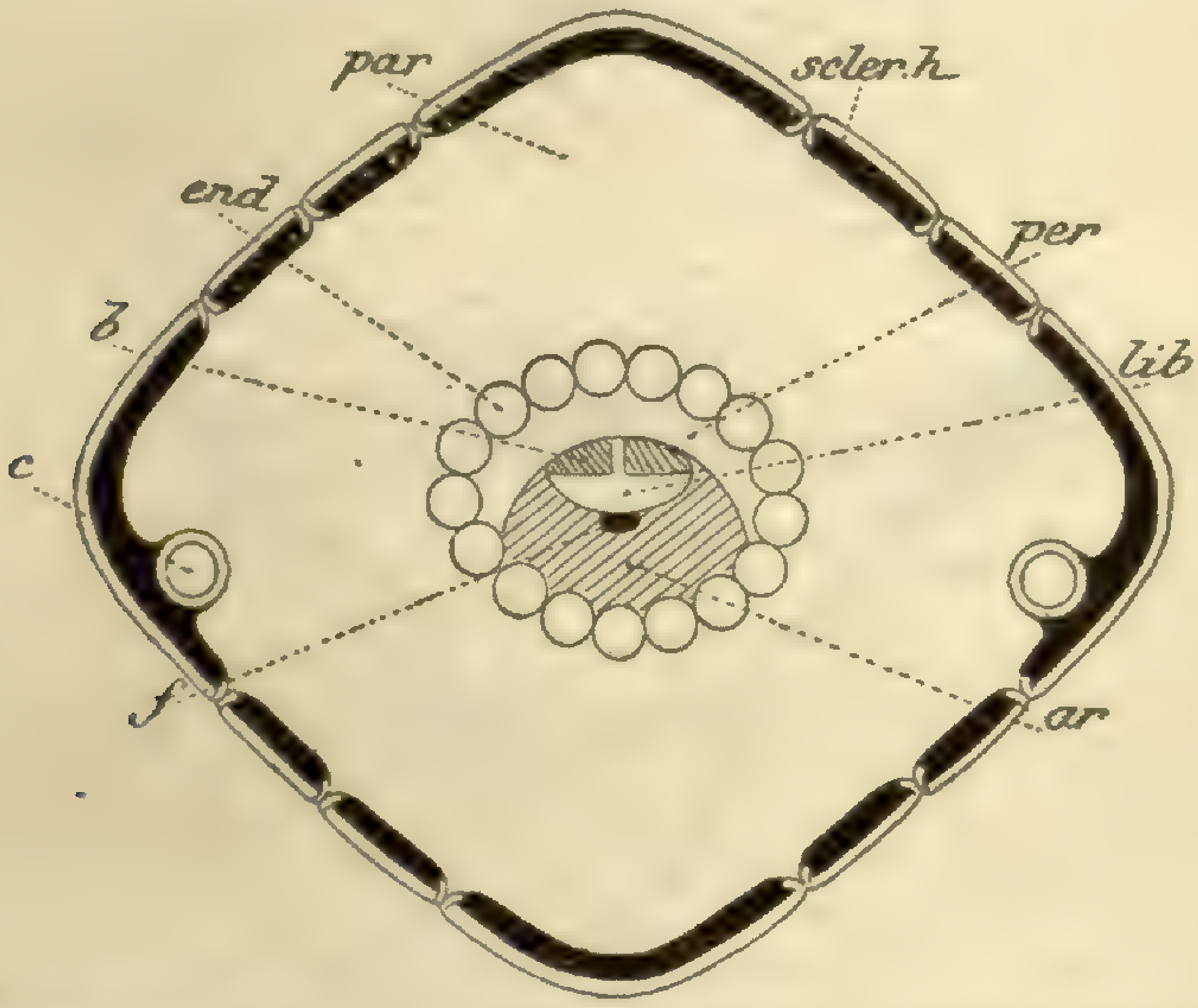


Fig. 111. — *Cedrus deodara* âgé : feuille courte. — *scler. h*, sclérenchyme hypodermique ; *c*, canal sécréteur ; *par*, parenchyme ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

moins encore dans cette espèce que dans le genre *Larix* des feuilles éparses de la plante adulte. C'est ainsi que le sclérenchyme hypodermique y forme constamment une assise continue. D'ailleurs, cette assise, sans être lignifiée, est déjà ébauchée dans les cotylédons, contrairement à ce qui se passe dans les *Pinus, Abies, Picea, Larix*. Ainsi se trouve mise en évidence, dès le début du développement de la plante, une sorte de précocité dans la différenciation des divers tissus foliaires. Remarquons toutefois que le sclérenchyme adjacent au faisceau libéro-ligneux est moins développé dans les feuilles primordiales que dans les feuilles définitives, et qu'on y observe encore, dans

le mode d'apparition des éléments à membranes lisses, la loi de succession énoncée pour les genres précédents.

Cedrus atlantica.

Cette espèce est caractérisée, d'après M. Bertrand, par la forme triangulaire des feuilles et par l'absence de stomates à la face inférieure ; je dois dire de suite que je n'ai jamais vérifié ce

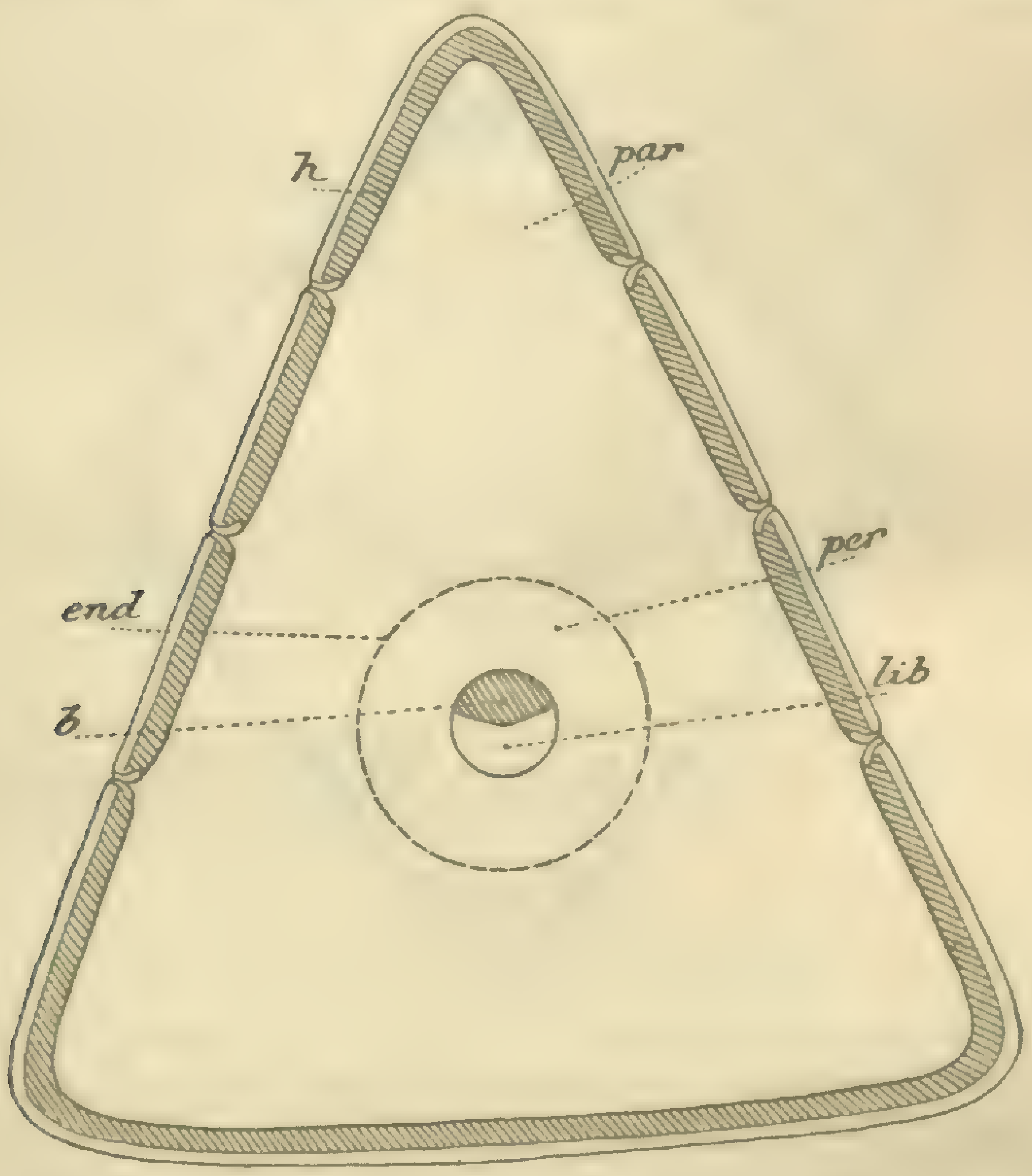


Fig. 112. — *Cedrus atlantica :* cotylédon. — *h*, hypoderme ; *par*, parenchyme ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *b*, bois ; *lib*, liber.

dernier caractère ; quant à la forme de la section transversale, je ne puis que répéter ici ce que j'ai dit de l'espèce précédente : cette forme est toujours assez variable, surtout dans les feuilles courtes, où elle dépend sans doute du mode de groupement plus ou moins régulier des organes dans le bourgeon.

Les phénomènes consécutifs à la germination se présentant ici à peu près avec les mêmes caractères que dans l'espèce précédente, nous pourrons en abréger l'étude.

Le cotylédon (fig. 112) présente sensiblement la même forme

que celui de *C. deodara;* il possède encore au-dessous de son épiderme cette assise continue de petites cellules, régulièrement juxtaposées, ébauche d'un hypoderme ; mais il semble au moins fréquemment dépourvu d'appareil sécréteur.

Les feuilles primordiales (fig. 113) paraissent en général ne pas subir dans leur nervure médiane la bipartition qui intéresse le bois et le liber des feuilles définitives. Le sclérenchyme péricyclique se réduit à quelques cellules aréolées. L'appareil sécréteur, qui n'existait pas dans le cotylédon, est ici peu développé : tantôt il

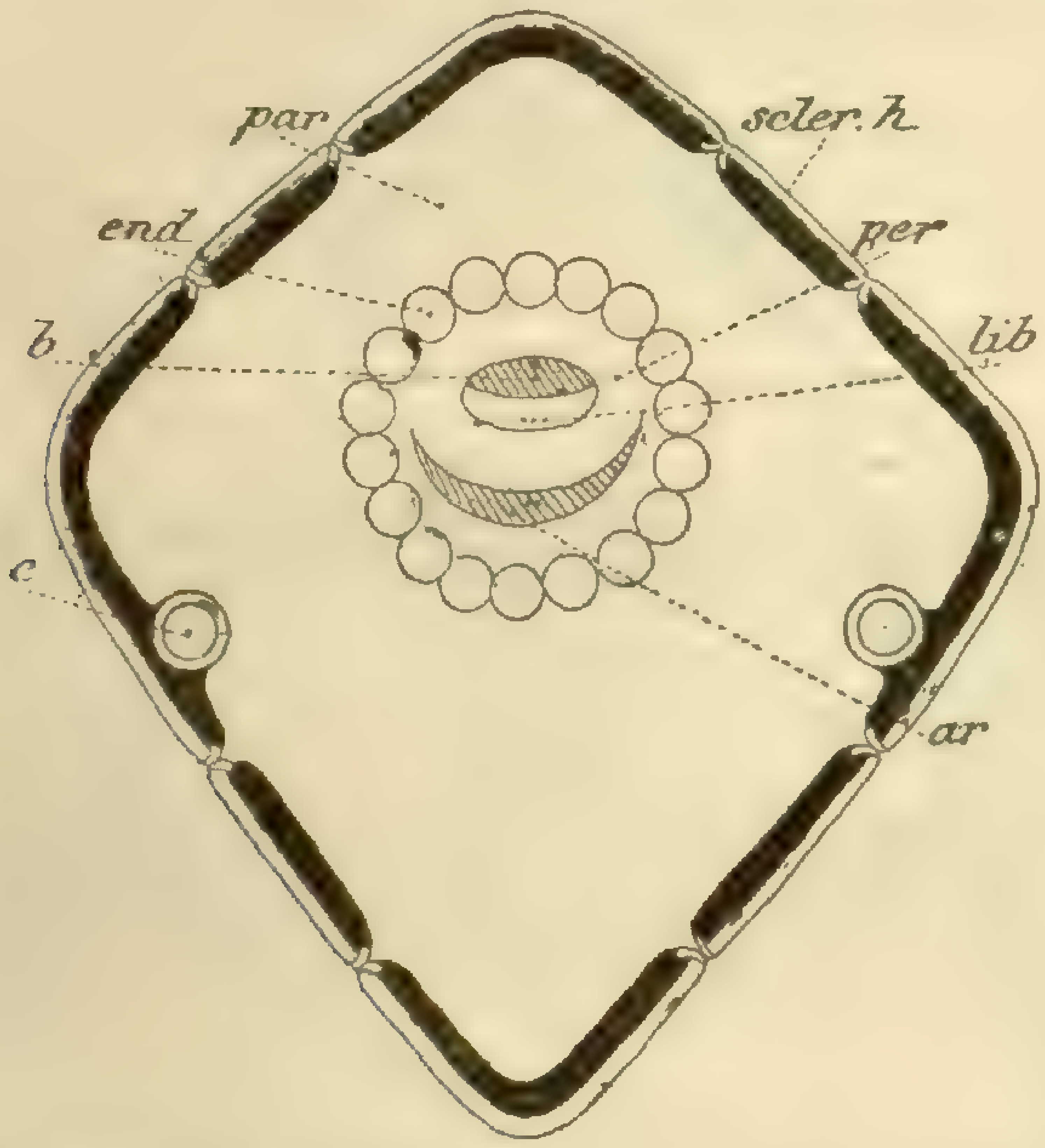


Fig. 113. — *Cedrus atlantica* : feuille primordiale. — *scler. h*, sclérenchyme hypodermique ; *c*, canal sécréteur ; *par*, parenchyme ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *b*, bois ; *lib*, liber.

est formé de deux canaux, très grêles et appliqués étroitement contre l'hypoderme, qui disparaît fréquemment à leur niveau ; tantôt il se réduit à un seul de ces canaux, ce qui communique à la structure de la feuille une certaine dissymétrie.

Dans un arbre adulte, les feuilles longues (fig. 114) ne diffèrent guère des précédentes que par la bipartition de la nervure médiane, au moins dans sa région ligneuse, et par le développement du sclérenchyme péricyclique : les éléments aréolés se multiplient et s'étendent de manière à former un arc continu, adossé à la face libérienne du faisceau ; quelques fibres lisses peuvent même s'intercaler entre le liber et le tissu aréolé. Quant à l'appareil

sécréteur, il semble subir fréquemment la même atrophie que dans les feuilles primordiales.

Ici encore, les feuilles courtes paraissent différer souvent des feuilles longues par le faible développement des fibres lisses. Peut-être convient-il de remarquer que le *Cedrus atlantica*,

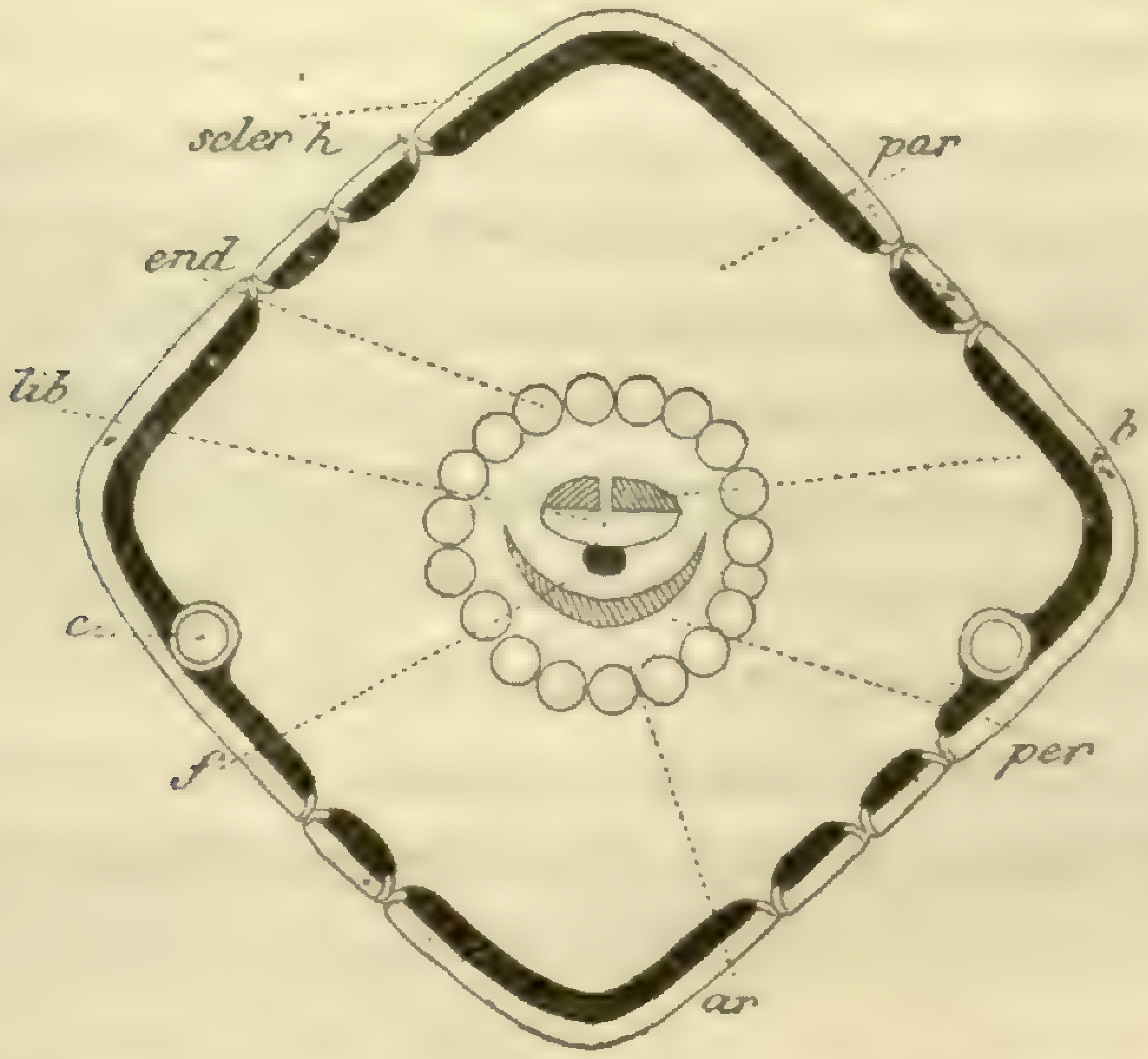


Fig. 114. — *Cedrus atlantica* âgé : feuille longue. — *scler. h*, sclérenchyme hypodermique ; *par*, parenchyme ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme ; *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

même adulte, est moins riche que *C. deodara* en éléments de cette nature.

Cedrus Libani.

M. Bertrand caractérise cette espèce par la forme triangulaire de sa feuille, ce qui la rapprocherait de l'espèce précédente, et par la présence de stomates aux deux faces, ce qui la rattacherait au contraire à *C. deodara*.

Le cotylédon, comme celui de *C. atlantica*, paraît généralement dépourvu de tout appareil sécréteur. Cette réduction se manifeste encore dans les feuilles proprement dites, soit par une diminution très sensible dans le calibre des canaux, soit par la disparition totale de l'un d'eux.

Les feuilles primordiales se font ordinairement remarquer par la simplicité de leur nervure médiane et par la composition

de leur sclérenchyme péricyclique, presque exclusivement réduit aux éléments aréolés (Pl. 18, fig. 27); tout au plus voit-on à la face dorsale du liber, et engagé comme un coin dans le tissu aréolé, un petit groupe de deux ou trois fibres lisses.

Dans les feuilles, longues ou courtes, de l'arbre adulte, le bois de la nervure médiane se laisse pénétrer par une lame conjonctive; le péricycle s'enrichit en fibres lisses : elles forment, au-dessous du liber et dans le plan de symétrie, un faisceau compact (de 7 à 8 éléments par exemple, sur une section transversale); par ses faces inférieure et latérales, ce faisceau plonge dans le tissu aréolé; parfois on remarque, à la face ligneuse du faisceau, une ou deux fibres semblables (Pl. 18, fig. 28).

La forme de la section transversale des feuilles, soit primordiales, soit définitives, paraît soumise, dans cette espèce comme dans les deux autres du genre *Cedrus*, à bien des variations, qui permettent difficilement d'en tirer des caractères spécifiques.

CONCLUSIONS

Résumons les conclusions auxquelles nous a conduit cette étude de l'évolution foliaire chez les Abiétinées :

1° Dans cette tribu de Conifères l'existence de *feuilles primordiales*, c'est-à-dire intermédiaires aux cotylédons et aux feuilles de la plante adulte, peut être considérée comme constante.

2° Le passage de la forme primordiale à la forme définitive peut se faire sans transitions ménagées, comme nous l'avons constaté dans le genre *Pinus*, ou au contraire par gradations insensibles, comme le montre le genre *Abies*.

3° Ce passage est quelquefois caractérisé par une modification phyllotaxique (*Abies*, *Pinus*).

4° Parfois aussi il est marqué par un changement dans l'état de la surface épidermique : velue dans les feuilles primordiales, elle devient lisse dans les feuilles définitives (*Picea*, *Pinus*).

5° Il est presque toujours accompagné par le développement, au-dessous de l'épiderme, d'une ou plusieurs assises de sclérenchyme qui assurent à la feuille soutien et protection. Le genre *Cedrus* est le seul qui fasse exception à cette règle : l'hypoderme scléreux s'y manifeste avec netteté dès les premières feuilles; déjà même il est indiqué dans les cotylédons.

6° Le sclérenchyme péricyclique qui enveloppe plus ou moins complètement la nervure médiane, au-dessous de son endoderme, acquiert un développement plus considérable. De plus, parmi les deux sortes d'éléments qui concourent à le constituer (cellules à ponctuations aréolées et fibres à membranes lisses), ce sont les derniers qui, souvent absents dans les feuilles primordiales, apparaissent avec le passage de la forme primordiale à la forme définitive.

7° Dans certains genres (*Abies*, *Pinus*) le système libéro-ligneux de la nervure médiane, provenant d'un faisceau unique de la

tige, se bifurque à l'intérieur de la feuille définitive, tandis qu'il demeure simple dans la feuille primordiale : ces deux branches du faisceau libéro-ligneux restent d'ailleurs enfermées dans un endoderme commun.

8° Dans tous les cas, le nombre des éléments conducteurs du bois et du liber augmente beaucoup lorsqu'on passe de la feuille primordiale à la feuille définitive.

9° Lorsque le parenchyme foliaire est hétérogène et bifacial, la différenciation du tissu palissadiforme s'accentue généralement dans les feuilles définitives.

S'il fallait condenser ces divers résultats en un énoncé unique, nous dirions que l'étude des feuilles successives que présente, à partir de la germination, une espèce donnée d'Abiétinées, met en évidence une différenciation croissante dans la morphologie interne de ces organes : cette différenciation est surtout caractérisée par le développement des appareils conducteur, tégumentaire et de soutien.

Toutes les recherches nécessaires à cette étude ont été faites au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier. Qu'il me soit permis de lui témoigner ici ma très vive reconnaissance pour les conseils et les encouragements précieux qu'il n'a cessé de me prodiguer.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Notations communes à toutes les figures :

ep, épiderme ; *par*, parenchyme ; *pal*, tissu en palissade ; *lac*, tissu lacuneux ; *hyp. scler*, hypoderme scléreux ; *c*, canal sécréteur ; *end*, endoderme : *per*, péricycle ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres à membranes lisses ; *b*, bois ; *lib*, liber.

Planche 15.

Abies pectinata.

Fig. 1. — Feuille primordiale : section transversale de la nervure médiane.

Fig. 2. — Feuille d'une pousse de deuxième année : section transversale de la nervure médiane.

Fig. 3. — Feuille primordiale : section transversale dans une région marginale du limbe.

Fig. 4. — Feuille d'une pousse de $n^{ème}$ année : section transversale dans une région marginale du limbe.

Abies bracteata.

Fig. 5. — Feuille primordiale : section transversale de la nervure médiane.

Fig. 6. — Feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année : section transversale du parenchyme.

Planche 16.

Abies bracteata.

Fig. 7. — Feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année : section transversale de la nervure médiane (moins grossie que la fig. 5).

Fig. 8. — Feuille d'une pousse latérale de $n^{ème}$ année : section transversale dans une région marginale du limbe.

Picea excelsa.

Fig. 9. — Feuille primordiale : section transversale de la nervure médiane (plus grossie que les fig. 10 et 11).

Fig. 10. — Feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année : section transversale de la nervure médiane.

Fig. 11. — Feuille d'une pousse latérale de $n^{ème}$ année : section transversale de la nervure médiane.

Fig. 12. — Feuille primordiale ; section transversale du limbe au voisinage de l'arête inférieure.

Fig. 13. — Feuille d'une pousse verticale de $n^{ème}$ année : section transversale du limbe au voisinage de l'arête inférieure.

Planche 17.

Pinus Strobus.

Fig. 14. — Feuille primordiale : section transversale du limbe au voisinage d'une arête latérale.

Fig. 15. — Feuille fasciculée : section transversale du limbe au voisinage d'une arête latérale.

Pinus maritima.

Fig. 16. — Feuille primordiale : section transversale du limbe au voisinage d'une arête latérale.

Fig. 17. — Feuille fasciculée : section transversale du limbe au voisinage d'une arête latérale.

Fig. 18. — Feuille primordiale : section transversale de la nervure.

Fig. 19. — Feuille fasciculée : section transversale de la nervure.

Pinus silvestris.

Fig. 20. — Feuille primordiale : section transversale de la nervure.

Fig. 21. — Feuille fasciculée : section transversale de la nervure.

Planche 18.

Cedrus deodara.

Fig. 22. — Cotylédon : coupe transversale de la nervure.

Fig. 23. — Feuille primordiale : coupe transversale de la nervure.

Fig. 24. — Feuille longue d'un arbre âgé : coupe transversale de la nervure.

Fig. 25. — Cotylédon : coupe transversale du limbe au voisinage d'une arête latérale.

Fig. 26. — Feuille longue d'un arbre âgé : coupe transversale du limbe rencontrant un canal sécréteur.

Cedrus Libani.

Fig. 27. — Feuille primordiale : coupe transversale de la nervure.

Fig. 28. — Feuille longue d'un arbre âgé : coupe transversale de la nervure.

REVUE DES TRAVAUX

DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUILLET 1889 A AVRIL 1890 (*Fin*).

Les parties de la cellule les plus riches en albumine sont, d'après Zacharias, les chromatophores. Ce fait a amené M. Chrapowicki (1) à penser que ces chromatophores sont le siège de la synthèse des albuminoïdes. Pour s'en assurer, l'auteur enlève, aussi complètement que possible, l'albumine aux parties de la plante qui en renferment le plus. A cet effet, les plantes (*Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita pepo*, *Zea mays*), sont cultivées dans une solution saline non azotée obtenue en remplaçant le salpêtre et l'azotate de chaux du mélange de Knop par le chlorure de potassium et le sulfate de chaux. Le développement est d'abord normal, puis se ralentit peu à peu, et s'arrête enfin tout à fait après deux ou trois mois. Les feuilles restées fraîches de ces plantes ne présentent pas ou presque pas de matières albuminoïdes. Ces feuilles sont coupées et portées dans la solution normale de Knop et observées au microscope. M. Chrapowicki a ainsi constaté que les matières albuminoïdes qui se forment alors aux dépens des nitrates de la solution apparaissent bien tout d'abord dans les chromatophores.

La décomposition des matières albuminoïdes amène, par oxydation, la production d'hydrates de carbone. Le fait a été démontré par de nombreuses recherches, et les analyses de MM. Schulze et Flechsig, entre autres, ont décélé dans la plantule une concordance entre la formation d'amidon transitoire et l'accumulation d'amidon. M. W. Palladin (2) regarde, en particulier, l'asparagine des graines de Légumineuses comme le produit accessoire formé en même temps que l'amidon par l'oxydation des albuminoïdes. A l'appui de son opinion, il établit que l'asparagine, comme l'amidon, ne prend naissance qu'à la faveur de l'assimilation de l'oxygène de l'air. La nécessité de cette oxydation pour la formation de l'amidon explique pourquoi le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est plus petit pour les plantules de Légumineuses que pour les plantules de Graminées.

Comme l'amidon, le saccharose peut n'apparaître dans la graine que pen-

(1) Chrapowicki : *Beobachtungen über die Eiweissbildung in den chlorophyllführenden Pflanzen* (Arb. der Saint-Pétersbourg Naturforscher-Gesellschaft, vol. XVIII).

(2) W. Palladin : *Kohlehydrate als Oxydationsproducte der Eiweisstoffe* (Berichte der deut. bot. Ges. avril 1889).

dant la germination. M. SCHULZE (1) obtient et dose le saccharose des plantes en traitant la substance pulvérisée par une solution aqueuse d'hydrate de strontiane. Le saccharate de strontiane qui se précipite est repris et agité dans l'eau chargée d'acide carbonique. Le carbonate de strontiane formé est isolé de la solution par filtration et celle-ci, ne renfermant plus que du saccharose, est mise à évaporer. On obtient, en définitive, après avoir repris le sirop par l'alcool, des cristaux de saccharose. Les graines de *Lupinus luteus*, ainsi traitées, ne donnent pas à la lumière, la moindre trace de saccharose avant la germination. Si ces graines sont mises à germer à l'obscurité, on peut, au contraire, après six jours, obtenir 3 grammes de sucre de canne pour 800 grammes d'embryon desséché. Du saccharose s'est donc formé aux dépens des substances organiques de réserve.

Les substances de réserve hydrocarbonées qu'on peut trouver dans les graines de Légumineuses sont, les unes mélangées au contenu cellulaire, les autres incluses dans la membrane à l'état d'épaississement des parois.

Au nombre de ces dernières est le *mucilage*, décrit par M. Tschirch : c'est une sorte de substance épaisse, se gonflant dans l'eau, qui peut la dissoudre. M. NADELMANN (2), qui l'a étudiée de nouveau, distingue :

1° Les membranes formées de ce mucilage, qui ne bleuissent point par l'iode et ne prennent qu'une coloration jaune, par l'iode et l'acide sulfurique ;

2° Les membranes cellulosiques qui se gonflent également par l'eau, mais qui présentent avec l'acide sulfurique iodé la réaction bleue de la cellulose ;

3° Les membranes amyloïdes bleuissant par l'iode seul.

Toutes les graines de Légumineuses ne renferment pas de mucilage dans leurs membranes. M. Nadelmann divise les graines de cette famille en deux groupes : celles dont les parois secondaires d'épaississement appartiennent aux cellules de l'albumen et celles dont les mêmes parois se rapportent aux cellules des cotylédons. Les graines du premier groupe renferment seules des mucilages. Ce mucilage est dissous pendant la germination et sert au développement de la plantule. Il contribue en même temps, par son gonflement, à accroître, au début de la germination, le volume de la graine qui le contient. Son apposition aux membranes a lieu de la manière suivante : des bulles mucilagineuses apparaissent, dans les jeunes cellules, à l'état de vacuoles, puis toutes ces petites vacuoles se réunissent en une grosse unique venant s'appliquer contre les parois cellulaires. Tantôt, comme dans le Trèfle, le mucilage se produit directement ; tantôt, comme dans le Gênet, il naît par métamorphose de la cellulose mucilagineuse.

Nous avons dit que les épaississements des parois des cellules cotylédonaires ne renfermaient jamais de mucilage. Ces épaississements sont ici, d'après M. Nadelmann, constitués par de la cellulose (Lupin) ou par de la

(1) Schulze : *Ueber Bildung von Rohrzücker in etiolirten Keimpflanzen* (Berichte der deut. bot. Ges. août 1889).

(2) Nadelmann : *Ueber die Schleimendosperme der Leguminosensamen* (Berichte der deut. bot Ges. juin 1889)

substance amyloïde (Courbaril) qui, comme le mucilage, disparaissent peu à peu pendant la germination. En général, plus les parois d'épaississement formées par ces substances sont fortes, plus l'amidon est en faible quantité. D'après la répartition de ces différentes substances hydrocarbonées, ainsi que des matières grasses et de l'aleurone dans la graine, M. Nadelmann a distingué huit groupes de Légumineuses, pour l'énumération desquels nous renvoyons au mémoire.

Toutes les substances de réserve hydrocarbonées des graines de légumineuses avant la germination ont donc été, par l'auteur précédent, ramenées à quatre : l'amidon, contenu dans la cellule; la cellulose, la matière amyloïde et le mucilage, contribuant aux épaississements des parois. Cependant M. Schulze (1) rappelle que les graines non germées de *Faba vulgaris*, de *Vicia sativa*, de *Soja hispida* renferment encore du saccharose. Une autre substance a aussi échappé aux recherches microchimiques de M. Nadelmann; fréquemment, en effet, on trouve dans toutes ces graines un hydrate de carbone, soluble dans l'eau, et qui, par ébullition avec l'acide sulfurique étendu, donne du galactose, et, par oxydation avec l'acide nitrique, de l'acide mucique. Cette substance fut, pour la première fois, signalée par M. Müntz dans le *Medicago sativa*, et désignée par lui sous le nom de *galactine*. Elle a été, depuis, rencontrée par M. Maxwell dans le *Faba vulgaris*, le *Vicia sativa*, etc. M. Schulze qui l'a étudiée dans le *Lupinus luteus* l'appelle *galactane* β et constate qu'elle disparaît très rapidement dans l'embryon germé.

Les graines de *Lupinus luteus*, *Pisum sativum*, *Vicia sativa*, etc., renferment encore un autre hydrate de carbone donnant avec les acides sulfurique et nitrique les réactions de la galactine, mais insoluble dans l'eau. C'est la *paragalactane*, qui, par ébullition avec la phloroglucine et l'acide chlorhydrique, donne une coloration rouge cerise. La réaction, applicable en microchimie, montre que la paragalactane est, dans la graine, à l'état d'épaississement des parois. Cette paragalactane est, comme la galactane, employée pendant la germination; elle donne du galactose et un pentaglycose.

La cellulose qui, dans le Lupin par exemple, constitue, à l'état d'épaississement de la membrane, une matière de réserve est-elle bien identique à la cellulose proprement dite? Elle a, jusqu'ici, été considérée comme telle parce qu'elle se dissout dans la liqueur cupro-ammoniacale et se colore en bleu par le choro-iodure de zinc; elle a cependant des propriétés chimiques particulières. M. Reiss (2), en effet, a obtenu, par le dédoublement hydrolytique de cette substance, un sucre réduisant la liqueur de Fehling, comme la dextrine et fermentescible, mais se distinguant, par ses combinaisons cristallisées, de tous les sucres connus. Il appelle donc *cellulose de réserve* cette cellulose particulière, et *séminose* le sucre qu'elle fournit.

(1) Schulze : *Ueber die stickotosffreien Reservestoffe einiger Leguminosensamen* (Berichte der deut. bot. Ges. nov. 1889).

(2) Reiss : *Ueber die Natur der Reservecellulose und über ihre Auflœsungsweise bei der Keimung der Samen* (Berichte der deut. bot. Ges. novembre 1889).

La cellulose de réserve donnant la séminose a été retirée par M. Reiss des graines d'un grand nombre de plantes : *Phytelephas macrocarpa; Phœnix dactyfera; Allium cepa; Asparagus officinalis; Iris pseudacorus; Coffea arabica; Fœniculum capillaceum*, etc. Elle n'a pas été trouvée dans les graines d'*Impatiens balsamina*, de *Primula officinalis*, etc., dont les parois d'épaississement sont constituées par la substance amyloïde. Son rôle de substance de réserve n'est pas douteux, car elle disparaît dans les plantules. M. Reiss a suivi son mode de dissolution sur un certain nombre des plantes citées plus haut, et le compare à celui de la substance amyloïde. Ainsi, dans les graines de *Phœnix* et de *Chamœrops*, la membrane se dissout régulièrement de l'intérieur vers l'extérieur de la cellule, la lame moyenne persistant seule; dans les graines d'*Asparagus* c'est au contraire la lame la plus interne de la membrane, celle qui limite le protoplasme, qui persiste. D'autres fois encore, pour ne citer que quelques cas, la dissolution se fait par une sorte de corrosion : dans les graines de *Tropœolum*, d'*Impatiens*, par exemple, dès que l'attaque commence, on voit, partant de l'intérieur de la cellule, de nombreux canaux qui pénètrent irrégulièrement vers la lame moyenne; les parties persistantes forment, en définitive, de fines aiguilles hérissant cette lame. M. Reiss a ainsi reconnu six modes différents de dissolution.

Entre la cellulose de réserve et la séminose existe un produit intermédiaire qui représente un mélange analogue à la dextrine de l'amidon : c'est la *séminine*. La séminine distingue encore nettement la cellulose de réserve de la cellulose ordinaire, car, par opposition à la dextrine, c'est un hydrate lévogyre. La triticine des rhizomes de *Triticum repens*, l'irisine de l'*Iris pseudocorus* sont également lévogyres; ils ne peuvent cependant être identifiés à la séminine, car leur produit final est de la lévulose et non de la séminose.

Une autre espèce de sucre, ne cristallisant pas et réduisant moins que la dextrose, a été trouvée par M. Green (1) dans les tubercules de Topinambour en germination. Ce sucre provient de la transformation de l'inuline sous l'action d'un ferment; tandis que l'inuline est insoluble dans l'alcool à 65°, le sucre ne l'est que dans l'alcool à 82°. Le ferment qui produit la transformation n'existe que pendant la germination, mais M. Green, par une expérience analogue à celle faite sur le pancréas, a pu provoquer artificiellement son développement en maintenant pendant vingt-quatre heures les tubercules à une température de 35°.

Parmi les substances concourant à la constitution des membranes cellulaires, M. Mangin (2) affirme la présence constante des composés pectiques. Ces composés forment deux séries : une série neutre (pectine, pectose) et une série acide (acides pectique, métapectique, etc.). Ce sont les composés

(1) Green : *On the germination of the tuber of the Jerusalem Artichoke* (*Helianthus tuberosus*) (Annals of Botany I, page 223).

(2) L. Mangin : *Sur la présence des composés pectiques dans les végétaux* (Comptes rendus de l'Ac. des sc. oct. 1889).

de cette seconde série qui forment la trame cellulaire. L'auteur s'en est assuré en débarrassant la membrane de la cellulose au moyen du réactif de Schweizer. La paroi conserve cependant son épaisseur primitive et présente, dans un liquide neutre, avec la phénosafranine, le bleu de méthylène, la rosolane, etc., les réactions colorées de l'acide pectique.

Divers organes d'Amygdalées donnent, lorsqu'ils sont broyés, de l'acide cyanhydrique, grâce à l'action de l'émulsine ou synaptase sur l'amygdaline en présence de l'eau. Le glucoside fournit de l'acide cyanhydrique, de l'essence d'amandes amères et du glucose. M. Johannsen a déjà cherché à expliquer pourquoi cette réaction ne se produit pas dans la plante vivante, par exemple dans les amandes amères avant et pendant la germination. M. Guignard (1) complète, à ce sujet, les résultats de M. Johannsen en indiquant d'une façon plus précise, la localisation de ces deux substances, amygdaline et émulsine, dans des tissus différents.

Pour la recherche de l'émulsine l'auteur emploie d'abord le réactif de Millon qui décèle la présence des matières protéiques; il tente ensuite de donner naissance à l'acide cyanhydrique dans les cellules mêmes à émulsine, en faisant agir des coupes fraîches sur une solution d'amygdaline à une température comprise entre 50° et 60°. La formation de l'acide cyanhydrique est révélée par le réactif de Schœnbein. Enfin, pour confirmer les données ainsi fournies, il isole, autant que possible, les cellules à émulsine d'une part, les cellules à amygdaline de l'autre, et il met en contact, à la température convenable, les premières avec une solution d'amygdaline, les secondes avec une solution d'émulsine, pour donner naissance à l'acide cyanhydrique. Les recherches ainsi conduites montrent que, chez les feuilles de Laurier-cerise, l'émulsine est contenue dans des cellules spéciales représentant l'endoderme, ainsi que dans quelques cellules non sclérifiées du péricycle, qu'on trouve isolées ou plus souvent reliées à la gaine endodermique: l'amygdaline se trouve dans le parenchyme; la partie ligneuse des faisceaux ne donne aucune réaction.

Chez les amandes, douces ou amères, le cylindre central de la partie axile ne contient d'émulsine que dans le péricycle; les faisceaux des cotylédons en renferment en outre une petite quantité dans l'endoderme. Quant à l'amygdaline les expériences de M. Johannsen ont déjà prouvé qu'elle est localisée dans le parenchyme cotylédonaire des amandes amères.

Au nombre des réserves nutritives azotées destinées au jeune végétal, M. Ed. Heckel (2) compte les alcaloïdes. Des graines de *Sterculia acuminata* ont, en effet, présenté, pendant leur germination, une disparition de caféine, en même temps qu'apparaissaient la chlorophylle et l'azotate de potasse qui n'existent jamais dans les cotylédons non germés. De même ont disparu

(1) Guignard : *Sur la localisation, dans les amandes et le Laurier-cerise, des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique* (Journal de botanique, 1890, nos 1 et 2).

(2) Ed. Heckel : *Sur l'utilisation et les transformations de quelques alcaloïdes dans la graine pendant la germination* (Comptes rendus de l'Acad. des sciences, janvier 1890).

rapidement sous l'influence de l'embryon, les alcaloïdes de l'albumen du *Strychnos nux vomica* et du *Datura stramonium*. A un moment donné, tous les alcaloïdes de la graine ont passé, transformés, dans la jeune plante à laquelle ils ont servi d'aliments.

Les alcaloïdes qui ont ainsi disparu un moment dans la plante ne tardent pas sans doute à réapparaître, car M. CLAUTRIAU (1) constate que la jeune plante de *Papaver somniferum*, qui n'est pas d'abord vénéneuse, le devient ensuite, au cours du développement.

Chez des plantes de 10 à 15 centimètres de haut, pourvues de quatre à cinq feuilles, M. Clautriau a trouvé un latex renfermant de la morphine, qui n'apparaît pas encore dans l'épiderme.

Le maximum de richesse de la plante en alcaloïdes a lieu au moment de la maturation des graines. Les tissus qui en contiennent le plus sont les laticifères; il y a, dans le latex, de la morphine, de la narcotine, de la papavérine, de la codéine, peut-être aussi de la thébaïne : il y a aussi de l'acide méconique, ce qui confirme l'opinion que la morphine existe à l'état de sel de cet acide. En dehors des laticifères, c'est surtout dans les cellules épidermiques des divers organes que ces alcaloïdes sont le plus abondants; leur proportion décroît du sommet de la plante vers la base, et ils disparaissent complètement dans les couches superficielles des racines. Ils persistent le plus longtemps dans l'épiderme des capsules.

M. Clautriau n'a pas trouvé d'alcaloïdes dans les points végétatifs du Papaver somniferum. M. WOTCZAL (2) constate, au contraire, pour la solanine, que cette substance est abondante dans les méristèmes des *Solanum*, puis diminue dans les tissus avec le développement, et persiste rarement dans les parties formées, sauf au voisinage des bourgeons et des radicelles. Les bourgeons floraux, par contre, accroissent leur proportion de solanine avec le développement. Toutes les parties de la fleur n'en renferment pas également; comme l'auteur précédent pour la morphine, M. Wortczal trouve surtout la solanine dans les assises périphériques du fruit et dans les couches environnant la graine. Celle-ci ne contiendrait pas d'alcaloïdes ni dans le *Papaver somniferum*, ni dans les *Solanum*.

La solanine ne serait, pour M. Wotczal, ni un produit de la synthèse primaire des substances organiques, ni un produit de désorganisation, ni une matière de réserve, ni une forme de cheminement. Elle ne serait qu'un intermédiaire formé sur place dans la série des transformations chimiques de certaines substances. La différence des résultats obtenus au sujet des tissus en voie de croissance par les deux auteurs précédents montre, en tous cas, qu'il serait peut-être téméraire d'étendre à l'ensemble des alcaloïdes les conclusions fournies par l'un d'eux.

(1) Clautriau : *Recherches microchimiques sur la localisation des alcaloïdes dans le Papaver somniferum* (Mémoires de la Société belge de microscopie, vol. XII).
(2) Wotczal : *Sur la répartition de la solanine dans la plante* (Bot. cent. XLI, 3.4, d'après les travaux des naturalistes de Kasan).

Un rôle sur lequel tous ces auteurs semblent d'accord, bien qu'il nous paraisse discutable et trop admis, en général, *a priori*, c'est le rôle de protection que toutes ces substances joueraient pour la plante, à l'égard des animaux. Ainsi s'explique encore, pour M. Voigt (1) la localisation de l'essence d'ail dans les tissus des *Allium*. Cette essence, colorée en rouge par l'acide sulfurique, blanchissant par les sels de mercure, jaunissant par le chlorure de platine, se trouve surtout dans l'épiderme ou les couches externes de toutes les parties de la plante, dans les enveloppes du fruit et de la graine, dans l'assise de l'endosperme entourant l'embryon ; on la rencontre en second lieu, dans les gaines des faisceaux vasculaires. Son goût âcre aurait pour effet de protéger contre les morsures des animaux, la plante en général et les voies conductrices de la sève et de l'eau en particulier. Telle est, du moins l'opinion de M. Voigt. Il est certes impossible d'apporter contre ce genre d'interprétation aucun argument positif; nous croyons cependant qu'un tel rôle, s'il existe, est tout à fait accessoire, plutôt réalisé par contre-coup, et que la cause directe, d'ailleurs inconnue, de la localisation de ces alcaloïdes et de ces essences doit être cherchée ailleurs. Les causes finales, que beaucoup d'auteurs font ainsi sans cesse intervenir, ont l'avantage incontestable de fournir une explication facile des faits embarrassants, mais elles sont nuisibles aux progrès de la science, parce qu'elles dispensent de recherches ultérieures en donnant à l'esprit une satisfaction illusoire, dont il est dupe.

Nous mentionnerons maintenant les derniers travaux parus sur les matières colorantes des végétaux inférieurs et supérieurs.

Chez les végétaux inférieurs, M. Zopf (2) signale de nouvelles matières colorantes des Champignons. L'auteur a obtenu, dans le *Polyporus hispidus :* 1° Une matière colorante jaune, insoluble dans l'eau, acide vis-à-vis des bases, et que ses réactions rapprochent de la gomme-gutte ; 2° un autre corps, également jaune, acide, mais soluble dans l'eau. Ces deux substances sont infiltrées dans les membranes du Champignon. Les fructifications des Téléphorées ont donné : 1° Une matière colorante rouge méritant par ses propriétés un nom spécial, l'*acide téléphorique ;* 2° un corps résineux jaune acide, insoluble dans l'eau ; 3° une matiere jaune, acide, soluble dans l'eau. Cette dernière est, avec l'acide téléphorique, un excrétat infiltré dans la membrane ; la résine acide, au contraire, se trouve dans le suc cellulaire. Une Polyporée, le *Trametes cinnabarina*, a un hymenium rouge cinabre, tandis que la masse du chapeau est d'un rouge orange. Ce champignon renferme : 1° Une matière colorante, rouge cinabre, soluble dans l'alcool, les acides concentrés et les alcalis, insoluble dans l'éther de pétrole ; c'est le *xanthotramétine ;* 2° une résine acide, matière d'excrétion comme la précédente. Enfin, M. Zopf a étudié les réactions de la matière colorante du *Bacterium egregium* qu'on rencontre dans les poussières de l'air et qui forme, sur des plaques de gélatine, des colonies lenticulaires d'une couleur

(1) Voigt : *Lokalisirung des ætherischen Oeles in den Geweben der Allium Arten* (Jahrbuch der Hamburgischer wissenschaftlichen Anlage).

(2) Zopf : *Ueber Pilzfarbstoffe* (Bot. Zeitung, 1889, nos 4, 5, 6).

jaune intense. La coloration de cette Bactérie est due à une matière grasse qui présente, à l'examen spectroscopique, une parenté avec l'anthoxanthine de certaines fleurs et des Urédinées.

L'emploi des réactifs et la connaissance de leurs effets sur les matières colorantes, si variées, des Lichens ont été préconisés par certains Lichenologues pour la détermination de ces végétaux. Dans le but de contribuer à l'établissement d'une classification basée sur ces réactions, M. Bachmann (1) étudie les matières colorantes non cristallisées des Lichens, bien moins connues que les substances cristallisées. Les matières colorantes amorphes sont contenues dans l'algue : soit dans la membrane ; soit à l'état de granulations, dans sa cellule ; soit sous forme d'excrétats sur la face interne de sa membrane. Les deux derniers cas sont rares, le premier est de beaucoup le plus fréquent. Les membranes étant composées de plusieurs lamelles, les pigments sont inégalement répartis dans chacune d'elles, et différemment selon l'espèce de Lichen considérée. M. Bachmann distingue dix-sept matières colorantes non cristallisées : cinq vertes (*Lecidea*, *Aspicilia*, *Bacidia*, *Thalloïdinia*, rhizoïdes) ; une bleue (*Biatora*) ; une violette (*Arthonia*) ; cinq rouges (*Urceolaria*, *Lecanora*, *Phialopsis*, etc.) ; cinq brunes. Chacune de ces matières présente avec les acides et les bases des réactions particulières et M. Bachmann a ainsi construit des tables de réactions pouvant servir à la détermination des Lichens.

Chez les végétaux supérieurs, une matière colorante très répandue est la *carotine* : c'est un carbure d'hydrogène, de coloration rouge, accompagnant constamment dans les feuilles la chlorophylle. M. Arnaud (2), qui l'a surtout étudiée, en a fait récemment de nouveaux dosages. D'après ces analyses, la quantité de carotine dans la plante varie avec les espèces, mais oscille toujours entre des limites très étroites : 1 à 2 p. 100 du poids sec de la feuille. Elle varie encore avec l'âge : elle présente un maximum à la floraison et diminue ensuite sans jamais arriver à manquer complètement ; comme la chlorophylle, la carotine tend à disparaître à l'obscurité. Son rôle est encore obscur, mais doit être important, si l'on songe que ce carbure peut absorber, à l'air, 24 p. 100 de son poids d'oxygène, c'est-à-dire 200 fois son volume. Il est à remarquer, toutefois, que cette substance si oxydable reste inaltérée dans la feuille vivante.

En réduisant la chlorophylle, M. Timiriazeff (3) a obtenu un dérivé de cette substance pouvant ensuite la régénérer par oxydation à l'air.

Les propriétés optiques de ce nouveau corps, que l'auteur nomme *protophylline*, permettent de reconnaître : 1° Qu'il provient de la chlorophylle ; 2° qu'il se trouve dans les plantes étiolées et peut donner naissance à la

(1) Bachmann : *Ueber nichtkrystallisirte Flechtenfarbstoffe* (Jahrb. Pringsheim 1889).

(2) Arnaud : *Recherches sur la carotine ; son rôle physiologique probable dans la feuille.* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, décembre 1889.)

(3) Timiriazeff : *La protophylline des plantes étiolées* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 2 septembre 1889).

chlorophylle, par suite d'un phénomène d'oxydation. En partant de la chlorophylline, c'est-à-dire de la chlorophylle débarrassée de sa xanthophylle, M. Timiriazeff a obtenu des solutions violettes de protophylline.

Ces solutions se conservent indéfiniment dans une atmosphère d'acide carbonique, à l'obscurité, et verdissent au soleil, par transformation de la substance en chlorophylle.

Il est probable que l'oxydation se fait aux dépens de l'acide carbonique. Le verdissement des plantes est donc dû aux rayons absorbés par la protophylline des plantes étiolées, comme la décomposition de l'acide carbonique est due aux rayons absorbés par la chlorophylle des plantes vertes.

HENRI JUMELLE.

Mo. Bot. Garden.

SUR LA RÉPARTITION DES ACIDES ORGANIQUES

CHEZ LES PLANTES GRASSES

Par M. E. AUBERT

Les végétaux renferment des acides organiques tantôt libres, tantôt combinés avec des bases minérales ou organiques. Ces acides sont assez nombreux et répartis d'une manière différente chez les diverses plantes; toutefois les plantes grasses en contiennent une proportion en général beaucoup plus forte que les autres végétaux, proportion telle qu'un dosage de ces acides y devient possible, alors que chez les plantes ordinaires cette opération présente de grandes difficultés.

M. Mayer (1) a reconnu que les feuilles des Crassulacées renferment de l'acide malique ou de l'acide isomalique dont la quantité décroît notablement pendant la période d'insolation de ces feuilles.

M. Hugo de Vries (2) s'est livré à de patientes recherches concernant l'influence de la lumière et de la chaleur sur la formation périodique des acides chez les plantes grasses.

Jusqu'à présent, le problème de la répartition des acides organiques chez ces végétaux n'a pas été abordé; aussi, m'a-t-il paru intéressant d'apporter quelque lumière sur cette question. Je n'ai encore étudié que quelques Crassulacées, me réservant d'étendre mes recherches à un plus grand nombre de plantes grasses.

(1) Mayer : *Ueber die Sauerstoffauscheidung einiger Crassulaceen* (Landwirthschaftl. Versuchs-stationen t. XXI, p. 277, 1880).

(2) Hugo de Vries : *Ueber die Periodicital im Saüre-Gehalte der Fettpflanzen* (Naturkunde, 3 Reeks, Deel I, Amsterdam, 1884).

Les végétaux sur lesquels ont porté mes expériences sont les *Sedum dendroideum* Sessé et Moc. (du Mexique), *Crassula arborescens* Willd. (du cap de Bonne-Espérance), *Sempervivum tectorum* L.

J'étudierai dans ce travail :

1° La nature des acides organiques que contiennent ces plantes ;

2° La distribution des acides organiques et ses rapports avec la transpiration.

1. — Dans les divers organes d'une plante ;

2. — Dans les diverses parties d'une même feuille.

3° L'influence du développement sur les variations de proportion des acides organiques chez les plantes grasses.

§ 1. — NATURE DES ACIDES ORGANIQUES QUE RENFERMENT LES PLANTES GRASSES.

Mes recherches sont relatives seulement aux principes acides *solubles dans l'eau,* principes qu'il est facile de déceler et de doser.

On broie dans un mortier, avec le moins d'eau possible, la partie du végétal considérée dont on a déterminé le poids. Versant la bouillie claire ainsi obtenue et l'eau de lavage du mortier dans un tube à essais *à paroi mince*, on porte ce tube dans un bain-marie à 90° environ et l'on abandonne pendant une demi-heure. La température de 90° est suffisante pour activer la dissolution des principes solubles dans l'eau, sans provoquer la décomposition des acides organiques. On filtre ensuite et, recueillant le liquide clair, on l'additionne d'une solution d'acétate neutre de plomb. Il se forme un précipité à base de plomb dont les acides sont les acides organiques contenus dans la liqueur. Ce précipité bien lavé est mis en suspension dans l'eau distillée et traité par un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à transformation complète du sel organique à base de plomb en sulfure de plomb et acides organiques libres. La liqueur claire filtrée renferme les acides organiques dépourvus de tout prin-

cipe étranger. On y détermine la nature de ces acides par la méthode analytique de Dragendorf (1).

Des analyses, plusieurs fois répétées avec soin, me permettent d'affirmer que *dans les trois plantes grasses citées plus haut, il n'existe, comme acide libre ou à demi combiné, que l'acide malique;* j'ai quelquefois décelé des traces tout à fait négligeables d'acide tartrique.

Je ne saurais infirmer d'une manière absolue la notion, mentionnée par certains auteurs, de la présence d'acide oxalique libre dans les plantes grasses (Crassulacées, Mésembryanthémées et Cactées) ; des recherches ultérieures me permettront de trancher définitivement la question, mais il m'est impossible d'en admettre l'exactitude pour les plantes que j'ai nommées.

Le fait que l'acide malique se rencontre seul dans ces espèces facilite l'étude de sa répartition dans les diverses régions d'une plante. A cet effet, après avoir soumis à la température de 90°, comme plus haut, un organe végétatif broyé dans l'eau, on recueille le liquide clair filtré, on l'additionne de quelques gouttes d'une solution alcoolique de phénolphtaléine, puis on y verse peu à peu, à l'aide d'une burette de Mohr, une liqueur titrée de carbonate de soude. Tant que le liquide est acide, il demeure incolore ou légèrement verdâtre; il vire au violet tendre aussitôt qu'il est neutralisé par la liqueur alcaline. Ce changement de couleur, dû à la solution de phénolphtaléine, indique la fin de la réaction.

On lit la quantité de liqueur titrée employée et, par une série de calculs très simples, on déduit le poids, *en milligrammes*, d'acide malique que renferme 1 *gramme de poids frais* de l'organe étudié.

C'est toujours à 1 gramme de poids frais de la plante que sont rapportés les nombres cités plus loin.

(1) Voyez l'Encyclopédie chimique de Frémy, t. X.

§ 2. — DISTRIBUTION DE L'ACIDE MALIQUE DANS LES PLANTES GRASSES.

1. — *Distribution dans les divers organes d'une plante grasse; rapport de cette répartition avec la transpiration dans les mêmes organes.*

J'envisagerai successivement, dans ce chapitre, la répartition de l'acide malique dans les diverses feuilles d'une même branche de *Sedum dendroideum*, dans celles du *Crassula arborescens*, puis du *Sempervivum tectorum*.

Mes premières déterminations avaient porté sur la Joubarbe; mais cette plante a l'inconvénient de présenter ses feuilles suivant une spirale très surbaissée, en sorte qu'il est difficile d'en détacher les feuilles, surtout celles voisines du centre de la rosette, sans les altérer plus ou moins à leur point d'insertion.

Avec le *Sedum dendroideum* et le *Crassula arborescens*, rien de pareil; les feuilles sont assez distantes les unes des autres et comme articulées sur l'axe qui les porte; aussi ne résulte-t-il de leur détachement aucune perte de liquide, aucune cause d'altération qui puisse provoquer des objections, tant pour l'étude de la répartition de l'acide organique qu'au sujet de la transpiration.

Le *Sedum dendroideum* a des feuilles glabres, luisantes, épaisses de 2 millimètres environ, de forme ovale très allongée, alternes et disposées suivant le cycle 3/8.

Le *Crassula arborescens* possède des feuilles beaucoup plus épaisses (pouvant atteindre jusqu'à 5 millimètres d'épaisseur) nettement articulées sur l'axe ; elles sont opposées et les verticilles successifs croisés. Grâce à cette opposition des feuilles, le Crassula m'a permis, non seulement d'étudier la distribution de l'acide malique à diverses hauteurs sur la tige, mais encore de rechercher si deux feuilles opposées sont également riches en cet acide.

Le *Sempervivum tectorum* présente une rosette de feuilles très serrées le long de l'axe où elles sont disposées suivant le cycle 3/8. Les rosettes possédant un grand nombre de feuilles,

présentent une légère courbure des génératrices suivant lesquelles sont insérées les feuilles superposées.

Il m'a paru nécessaire d'exposer en même temps les nombres obtenus par dosage de l'acide malique dans les feuilles d'une plante grasse et ceux que m'a donnés l'étude de la transpiration d'autres feuilles identiques de la même plante.

J'ai employé, pour évaluer la transpiration des feuilles, la méthode de la perte de poids, les feuilles étant placées dans une atmosphère d'état hygrométrique constant, sous une cloche dont je donnerai plus tard la description.

Les pertes de poids des feuilles sont représentées par la *quantité d'eau que perdrait en une heure*, 1 *gramme de poids frais de l'organe étudié.*

1° *Sedum dendroideum.* — Le 22 mai 1890, j'ai pris, sur l'un des plants dont je disposais, deux branches entièrement comparables par leur développement ; l'une portait onze feuilles et l'autre dix. J'ai dosé l'acide malique dans les feuilles successives de la première branche et étudié la transpiration des feuilles de la seconde.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau I.

ACIDE MALIQUE.			TRANSPIRATION.		
Nos D'ORDRE des feuilles.	POIDS FRAIS des feuilles.	QUANTITÉ en milligram. d'acide malique pour 1 gramme de poids frais.	Nos D'ORDRE des feuilles.	POIDS FRAIS des feuilles.	QUANTITÉ en milligram. d'eau transpirée par 1 gramme de poids frais.
	gr.			gr.	
Bourgeon terminal et feuille 1	0.1205	1.2	Bourgeon terminal et feuille 1	0.0759	14.9
2	0.2225	2.3	2	0.1519	22.9
3	0.3530	2.9	3	0.2970	32.5
4	0.5580	3.5	4	0.5675	35.5
5	0.7015	3.7	5	0.7334	25.3
6	0.8860	4.5	6	0.7572	18.4
7	1.0060	5.1	7	1.1515	19.1
8	1.1065	5.6	8	1.0774	13.5
9	1.2690	5.6	9	1.0663	7.8
10	1.3300	5.1	10	1.1075	13.4
11	1.2920	4.15			

La relation entre la répartition de l'acide malique dans les feuilles et la transpiration de feuilles identiques, si relation il y a, sera plus clairement indiquée par l'examen comparatif des courbes construites à l'aide des nombres du tableau I (fig. 115), que par ces nombres eux-mêmes.

Sur l'axe des abscisses OA, on prend 11 points équidistants

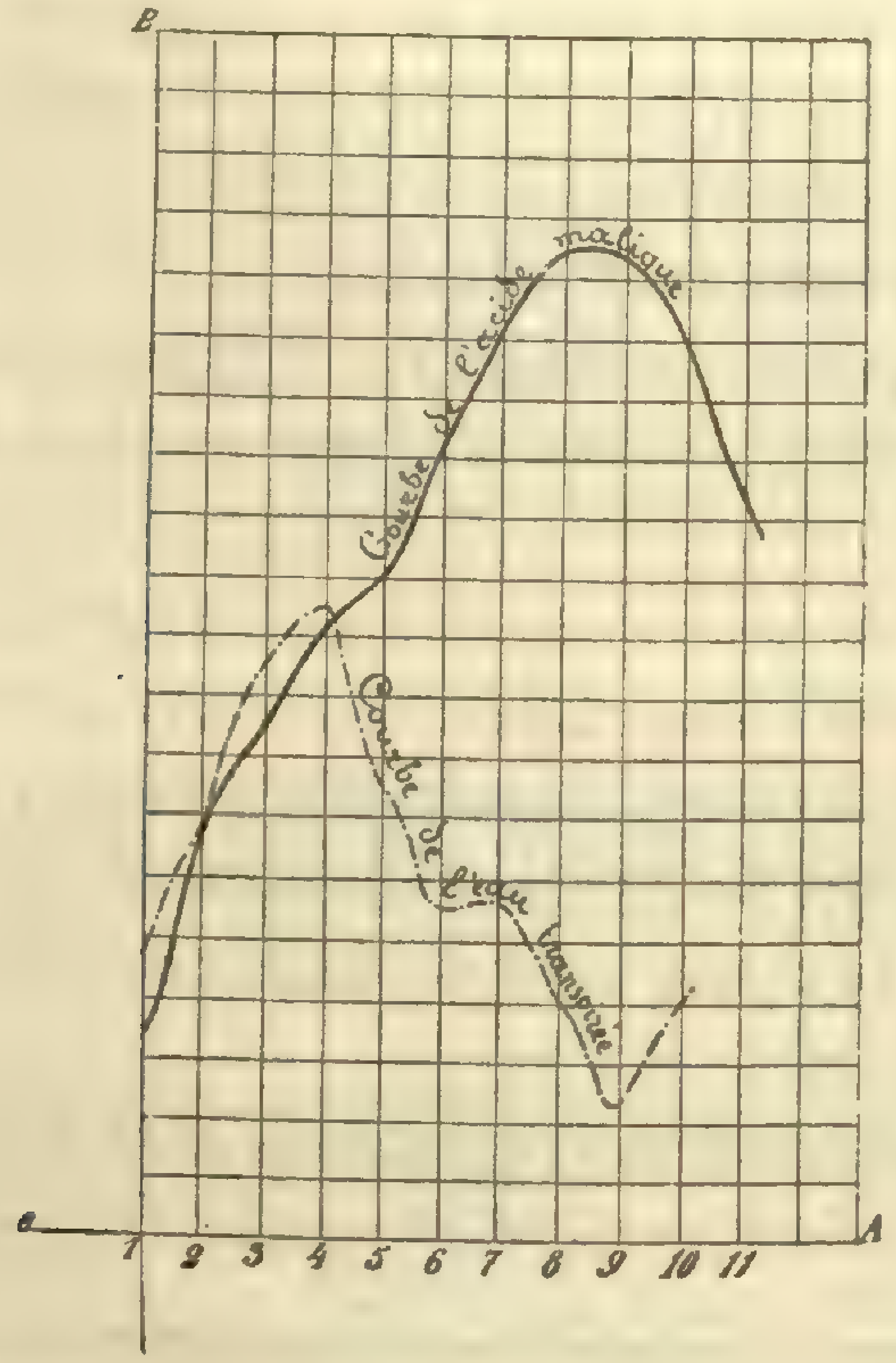


Fig. 115. — *Sedum dendroideum.* 1, 2, 3... feuilles successives de la tige prises à partir du sommet. — Courbe de l'acide malique en trait plein; une division prise sur les ordonnées successives 1, 2, 3,... correspond à 1 milligramme d'acide malique dans les feuilles considérées. — Courbe de l'eau transpirée en trait pointillé; une division prise sur les mêmes ordonnées correspond à 10 milligr. d'eau perdue par les feuilles 1, 2, 3...

désignés par les numéros d'ordre des feuilles sur la tige. En ces points 1, 2, 3... 10, 11, on élève des ordonnées :

Les unes proportionnelles aux quantités d'acide malique, indiquées dans la 3e colonne du tableau I.

Les autres proportionnelles aux quantités d'eau transpirée, mentionnées dans la 6e colonne.

On obtient ainsi, sur chaque ordonnée, deux points appartenant l'un à la courbe de l'acide malique, l'autre à la courbe de l'eau transpirée.

La courbe de l'acide malique est construite ici de façon qu'une division représente 1 milligramme d'acide malique et elle est figurée par un trait continu ; celle de l'eau transpirée, formée d'un trait pointillé, est construite de façon qu'une division représente 10 milligrammes d'eau disparue.

De l'examen de ces deux courbes, on peut déduire que :

1° *La richesse des feuilles en acide malique croît à partir du bourgeon terminal jusqu'en un certain point de la tige dont les feuilles ont atteint leur développement maximum ; puis elle décroît chez les feuilles inférieures qui commencent à subir une altération, sans que la proportion de l'acide organique y devienne cependant négligeable.*

2° *La quantité d'eau transpirée augmente depuis le bourgeon terminal jusqu'à une feuille très rapprochée encore du sommet, puis diminue chez les feuilles qui achèvent leur croissance, à l'exception des inférieures dont la transpiration augmente légèrement.*

3° *La courbe de l'eau transpirée présente un minimum correspondant au maximum de la courbe d'acide malique.*

Remarque. — La seconde de ces conclusions est conforme aux faits connus chez les plantes non grasses ; mais les deux autres déductions me paraissent n'avoir jamais été formulées ; et cependant le fait que la *transpiration d'une feuille est d'autant plus faible que cette feuille contient plus d'acide malique* est en parfait accord avec les idées de M. de Vries, qui a trouvé que la proportion d'eau dans les cellules augmente avec la quantité d'acides organiques qu'elle renferme, avec les expériences de M. Bürgerstein, qui a fait voir que la transpiration est retardée par la présence des sels dans les plantes et avec le résultat des recherches de M. Jumelle, qui a montré que l'absorption est augmentée par ces mêmes sels (1).

Il me faut montrer maintenant que les remarques précé-

(1) Henri Jumelle : Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles (Revue générale de Botanique, p. 366, t. I, 1889).

dentes ne sont pas seulement applicables au *Sedum dendroideum*, mais encore aux deux autres plantes grasses étudiées.

2° *Crassula arborescens*. — Il importe avant tout de savoir si les deux feuilles opposées d'un même verticille renferment la même quantité d'acide malique. Les dosages effectués pour deux verticilles successifs d'une même branche ont donné les résultats suivants :

		Poids frais. gr.	Quantité en milligrammes d'acide malique pour 1 gr. de poids frais.
2e verticille.	*a*	1.04	1.34
	b	1.381	1.20
3e verticille.	*a*	1.928	1.63
	b	3.735	1.57

Ces nombres sont deux à deux comparables ; mais, dans certains cas, ils peuvent subir de plus grands écarts, notamment quand la branche étudiée a été prise dans une plante très fournie de rameaux couverts de feuilles ; alors les deux feuilles d'un même verticille peuvent être éclairées de manières toutes différentes, auquel cas la proportion d'acide malique devient assez variable.

			Poids frais. gr.	Acide malique. milligr.
Exemple	*a*	Feuille à l'ombre....	3.044	4.24
	b	Feuille à la lumière .	2.892	4

J'ai tenu à montrer par là que des recherches comparatives comme celles qui suivent exigent un choix préalable des branches à étudier, ces dernières devant être, autant que possible, également éclairées de toutes parts.

Le 11 juin 1890, j'ai choisi, sur un plant de *Crassula arborescens*, une tige feuillée pourvue de 7 verticilles bien développés. Au sommet existe un point végétatif de chaque côté et près duquel apparaissent deux feuilles d'abord accolées par leurs faces ventrales, puis s'étalant quand elles ont atteint 2 centimètres de hauteur environ. (Cette remarque a son importance, car l'état de développement du plus jeune verticille influe sur la forme de la première portion de la courbe relative à l'eau transpirée).

J'ai détaché sur la tige en question, suivant une hélice décrite

autour de l'axe, une feuille de chacun des 7 verticilles pour y doser l'acide malique.

Les 7 autres feuilles, semblablement placées, m'ont servi à étudier la transpiration.

Le tableau II contient les résultats de cette série d'expériences.

Tableau II.

ACIDE MALIQUE.			TRANSPIRATION.		
Nos d'ordre des feuilles.	POIDS FRAIS.	QUANTITÉ en milligrammes d'acide malique pour 1 gramme de poids frais.	Nos d'ordre des feuilles.	POIDS FRAIS.	QUANTITÉ en milligrammes d'eau transpirée par 1 gramme de poids frais.
	gr.			gr.	
1	0.1235	3.6	1	0.0803	19.4
2	1.9265	4.9	2	2.0606	2.1
3	2.4295	3.9	3	2.6785	2.3
4	3.1992	4.9	4	2.7700	1.8
5	4.3270	5.4	5	4.8860	1.5
6	4.4760	4.9	6	4.8442	1.8
7	2.6755	3.5	7	3.2900	2.5

Les courbes de l'acide malique et de l'eau transpirée (fig. 116) sont construites comme il a été indiqué plus haut avec cette différence que, la transpiration des feuilles épaisses de *Crassula* étant très faible, j'ai dû représenter par une division prise sur les ordonnées, 1/10 de milligramme d'eau transpirée. (L'échelle de la 2e courbe est ainsi 10 fois plus grande que pour le *Sedum dendroideum.*)

L'examen de ces courbes nous révèle une particularité singulière : les feuilles du 3e verticille accusent : l'une, une notable diminution d'acide malique ; l'autre, une augmentation de la transpiration.

Cette constatation est intéressante en ce qu'elle confirme la 3e conclusion énoncée pour le *Sedum dendroideum :*

La courbe de l'acide malique présente ici deux maxima auxquels correspondent rigoureusement deux minima de la courbe de l'eau transpirée.

Si la courbe de l'eau transpirée ne présente pas, à ses débuts, une forme identique à celle du *Sedum dendroideum*, cela tient à ce que les feuilles du 1er verticille sont déjà relativement développées et difficilement comparables à des organes végétatifs très jeunes comme les feuilles du centre d'une rosette de Sempervivum.

J'ai fait, sur d'autres branches du même plant de *Crassula*

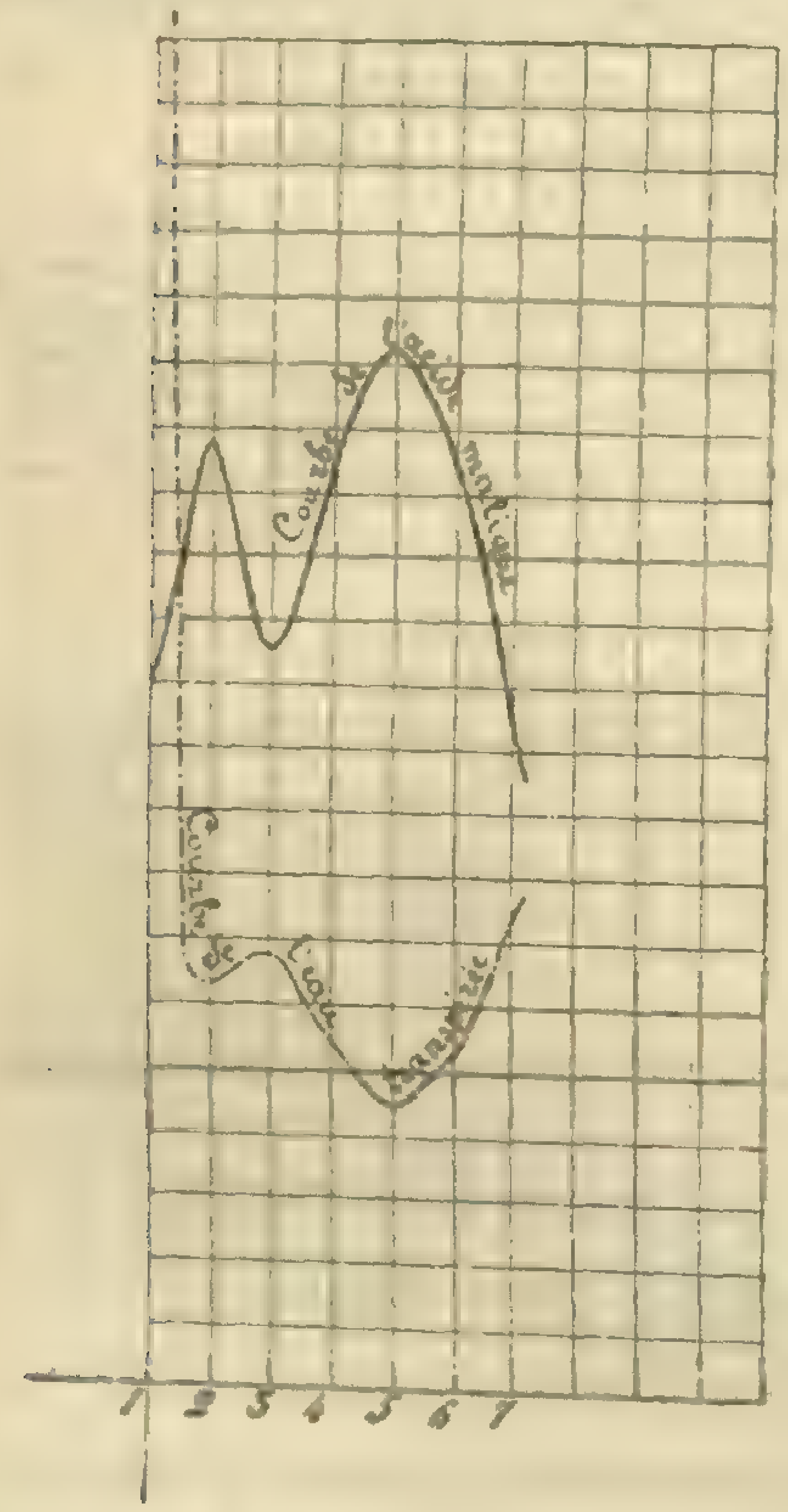


Fig. 116. — *Crassula arborescens*. Mêmes notations que pour la fig. 1, sauf pour la courbe de l'eau transpirée construite à une échelle 10 fois plus grande.

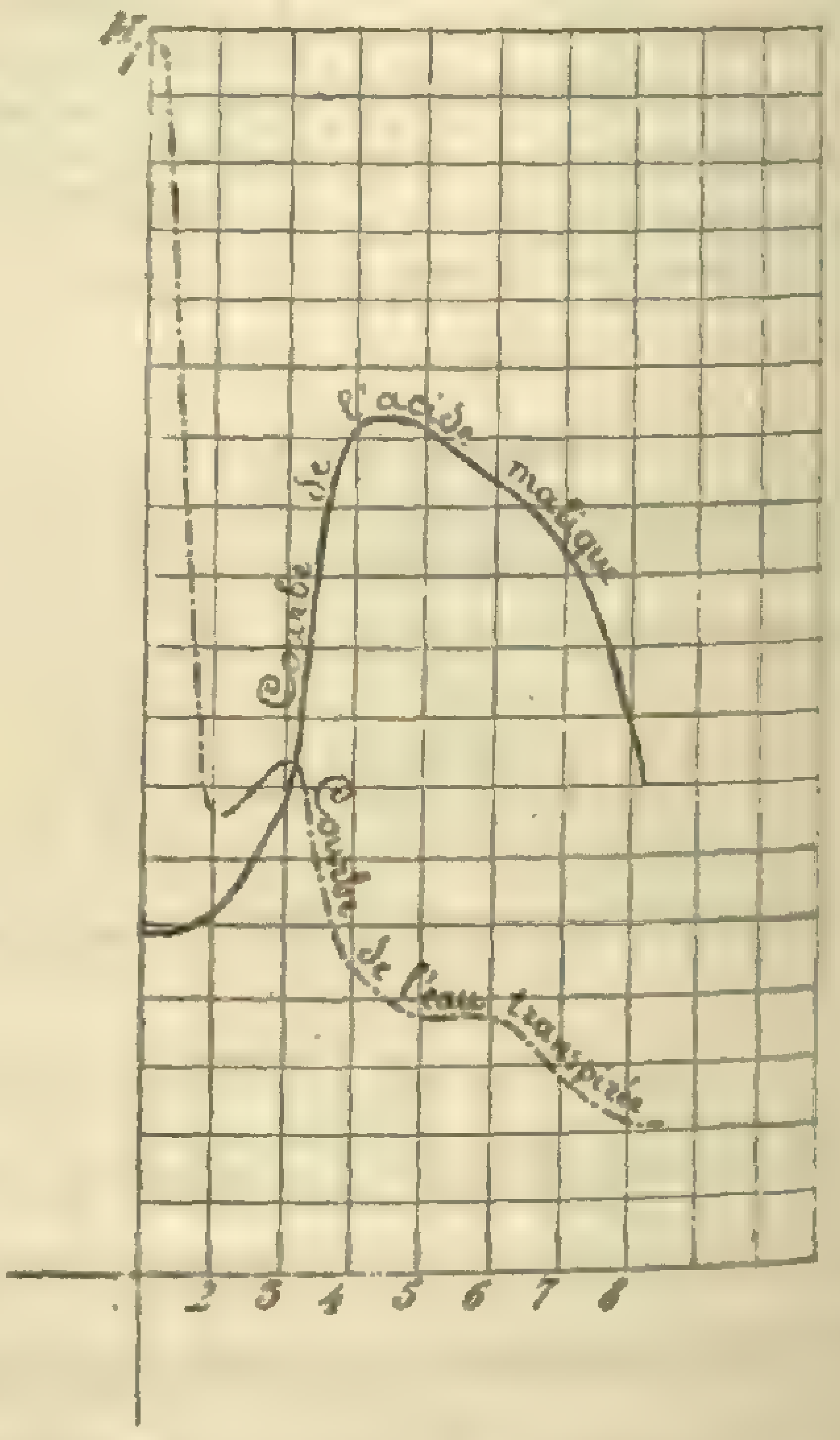


Fig. 117. — *Sempervivum tectorum*. Mêmes notations que pour la fig. 1.

arborescens, des recherches analogues aux précédentes. Aucune d'elles ne m'a donné les points de rebroussement des courbes que je viens de signaler. Le cas précédent méritait cependant d'être cité, parce que l'exception qu'il nous offre confirme précisément la loi que je m'efforce d'établir.

L'étude de la répartition de l'acide malique *dans les entrenœuds* d'une tige de *Crassula arborescens* donne une courbe identique à celle qu'on obtient pour les feuilles des verticilles

successifs; elle est convexe du côté de l'axe des abscisses. Toutefois la quantité d'acide malique, dans un entre-nœud, est toujours plus faible que dans les feuilles des verticilles qui limitent cet entre-nœud; ceci n'a rien de surprenant, car le parenchyme de l'entre-nœud est toujours moins abondant que celui d'une feuille voisine.

3° *Sempervivum tectorum.* — J'ai détaché d'une grande rosette de *Sempervivum* deux séries de feuilles insérées sur deux génératrices à peu près opposées. Les notant avec soin, du centre à la périphérie, j'ai dosé dans l'une des séries l'acide malique et mesuré la quantité d'eau transpirée par les feuilles de la 2e série. Le tableau III renferme les nombres obtenus.

Tableau III.

ACIDE MALIQUE.			TRANSPIRATION.		
Nos D'ORDRE des feuilles.	POIDS FRAIS.	QUANTITÉ en milligrammes d'acide malique pour 1 gramme de poids frais.	Nos D'ORDRE des feuilles.	POIDS FRAIS.	QUANTITÉ en milligrammes d'eau transpirée par 1 gramme de poids frais.
	gr.			gr.	
a	0.0212	1.6	*a'*	0.0208	59.3
b	0.0325	1.7	*b'*	0.0378	21.9
c	0.0880	2.3	*c'*	0.1022	24.9
d	0.1970	4.1	*d'*	0.1970	14.6
e	0.2980	4.1	*e'*	0.2924	12.5
f	0.3375	»	*f'*	0.3260	12.3
g	0.3090	3.5	*g'*	0.3230	9.3
h	0.2835	2.6	*h'*	0.3048	7.4

D'où on déduit les courbes que représente la figure 117.

La courbe de la transpiration ne présente pas encore d'inflexion dès le début vers l'axe des abscisses parce que la feuille *a* est assez éloignée du centre de la rosette et n'est pas l'une des plus jeunes. C'est la première de celles que j'ai pu détacher sans altérer ni cette feuille, ni celles qui l'entouraient.

J'ai néanmoins figuré en M l'inflexion dont je parle, car je l'ai obtenue nettement chaque fois que j'ai pu, sur des rosettes à feuilles moins serrées, extraire toute une série de feuilles dont

quelques-unes étaient très rapprochées du bourgeon terminal.

En résumé, les conclusions tirées de l'interprétation des courbes fournies par le *Sedum dendroideum* peuvent être formulées d'une manière identique pour les *Crassula arborescens* et *Sempervivum tectorum*.

Nous pouvons, dès maintenant, les considérer comme très générales et sans nul doute applicables à toutes les plantes grasses possédant l'acide malique comme seul acide organique soluble dans l'eau.

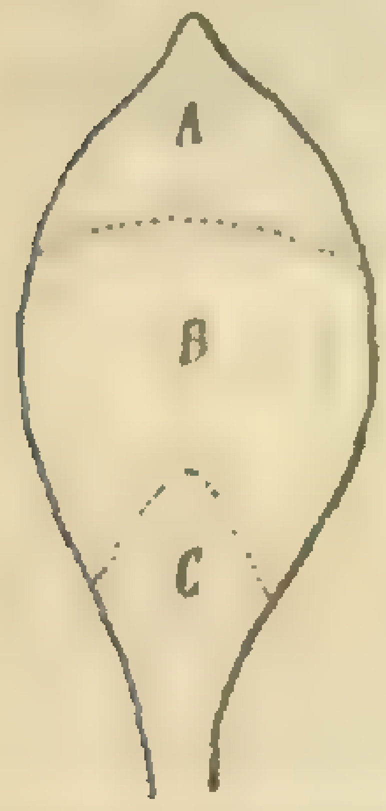


Fig. 118. — *Crassula arborescens*. Feuille âgée; — *A*, pointe de la feuille ayant perdu la chlorophylle; — *B*, partie du milieu verte; — *C*, partie basilaire également bien verte renfermant le plus de faisceaux libéro-ligneux, à égalité de parenchyme.

2. — *Distribution de l'acide malique dans les diverses parties d'une même feuille.*

Les feuilles du *Crassula arborescens* sont, en raison de leurs dimensions en surface et en épaisseur, très propres à ce genre de recherches.

1° *Répartition en surface.* — Les feuilles jaunes de la base du *Sedum dendroideum* ayant accusé une certaine quantité d'acide malique, j'ai cherché à connaître la distribution de cet acide dans les feuilles qui commencent à jaunir chez les *Crassula arborescens*. La chlorophylle disparaît d'abord à la pointe de la feuille, puis peu à peu jusqu'au pétiole.

En dosant l'acide malique dans la portion jaune (*A*, fig. 118), puis dans la partie médiane, encore verte (*B*), enfin dans la région basilaire (*C*), qui contient les faisceaux libéro-ligneux pénétrant dans la feuille et une moindre quantité de parenchyme, j'ai obtenu, dans trois analyses successives, les nombres suivants :

	Régions.	Poids frais.	Acide malique pour 1 gramme de poids frais.
		gr.	milligr.
1re analyse.	*A*	1.206	3.1
	B	2.075	2
	C	0.806	1.3
2e analyse.	*A*	1.915	3.75
	B	2.896	3.5
	C	0.715	3.2

	Régions.	Poids frais.	Acide malique pour 1 gramme de poids frais.
		gr.	milligr.
3e analyse.	*A*	1.038	2.3
	B	1.540	2.1
	C	0.671	1.9

Ainsi, l'acide malique est encore en proportion relativement élevée dans les feuilles ou portions de feuilles dépourvues de chlorophylle. Ces feuilles jaunes, en se détachant de la plante, entraînent avec elles une portion notable de la réserve nutritive temporairement accumulée dans le végétal sous la forme d'acide malique.

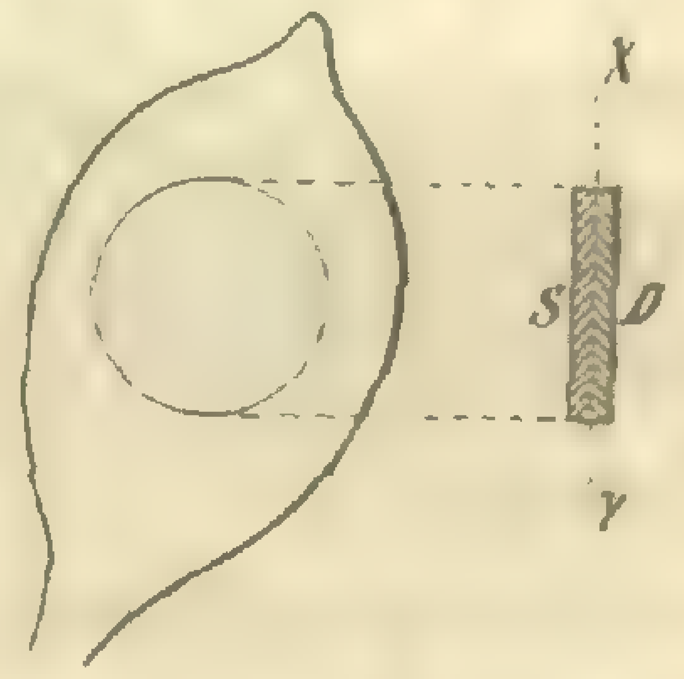


Fig. 119. — *Crassula arborescens.* Feuille dont *on a détaché une portion* circulaire vue en coupe à droite. *S* face supérieure. *D* face inférieure de la rondelle détachée.

2° *Répartition en épaisseur.*— Le 11 juin 1890, j'ai pris une feuille verte de *Crassula arborescens* dont la face supérieure était directement exposée au soleil ; coupant au milieu de cette feuille une rondelle circulaire (fig. 119), je l'ai partagée, suivant un plan XY, en 2 parties aussi égales que possible : S du côté supérieur directement et vivement éclairé, D du côté inférieur à l'ombre.

L'analyse de ces 2 portions a donné :

	Poids frais.	Acide malique pour 1 gramme de poids frais.
	gr.	milligr.
S	0.682	1.16
D	0.783	2.45

D'où je déduis :

1° *La répartition de l'acide malique est variable dans les diverses régions d'une feuille.*

2° *La proportion d'acide est d'autant moindre en un point de la feuille que cette région est plus vivement éclairée.*

La question que je viens de traiter n'est qu'ébauchée, pour ainsi dire ; je me propose de l'étudier d'une manière plus complète.

§ 3. — Des causes qui influent sur la proportion de l'acide malique chez les plantes grasses.

Mes recherches relatives à l'influence de la *lumière* et de la *chaleur* sur la proportion de l'acide malique chez les plantes grasses ont confirmé les conclusions des travaux de M. Mayer et de M. Hugo de Vries, à savoir : que *la lumière et la chaleur entraînent la destruction totale ou partielle de cet acide.*

Une cause sur l'influence de laquelle je me permettrai d'insister dans ce mémoire est l'état de développement du végétal :

L'acide malique s'accumulant dans les plantes grasses pendant la nuit, les dosages comparatifs de cet acide, chez des plants inégalement développés d'une même espèce, doivent toujours être effectués à la même heure du jour et en aussi peu de temps que possible.

J'ai dosé dans ces conditions, le 27 mars 1890, l'acide malique dans cinq rosettes de poids différents, prises sur la même culture de *Sempervivum tectorum.*

	Poids frais.	Acide malique pour 1 gramme de poids frais.
	gr.	milligr.
Rosette très jeune	0.0294	0.90
Rosette un peu plus développée.	0.1364	0.86
Id. Id.	0.4756	0.84
Id. Id.	0.9980	1.51
Id. Id.	2.2930	1.9

Les trois nombres 0,90, 0,86, 0,84 de ce tableau peuvent être considérés comme identiques ; mais la proportion d'acide malique pour 1 gramme de poids frais augmente chez les rosettes pourvues d'un plus grand nombre de feuilles.

Les rosettes jeunes de Sempervivum *renferment une faible proportion d'acide malique ; à mesure qu'elles se développent, elles contiennent une plus grande quantité d'acide, accumulée surtout dans les feuilles périphériques.*

Cette déduction est conforme aux résultats indiqués dans le deuxième paragraphe de ce travail.

Une rosette jeune de *Sempervivum* est identique à la partie centrale d'une rosette âgée. Or la partie centrale d'une rosette contient moins de chlorophylle que les feuilles étalées voisines de la périphérie. M. Hugo de Vries a remarqué que l'exposition d'une plante grasse pendant quelques heures à la lumière est nécessaire pour provoquer la formation d'acide malique chez cette plante plongée ensuite dans l'obscurité ; d'autre part, une plante grasse, placée pendant plusieurs jours dans une chambre noire, perd peu à peu l'acide organique qu'elle a formé dans les premiers moments, en même temps que sa chlorophylle disparaît. L'effet inducteur de la lumière paraît dû à la chlorophylle qui, absorbant de la chaleur, détermine chez la cellule végétale une série de réactions chimiques inconnues dont le point de départ est la réduction de l'acide carbonique et dont l'une des phases est la production d'acide malique.

Cette hypothèse permet de comprendre pourquoi, *malgré un éclairement identique de rosettes ayant un développement différent*, celles qui sont les plus âgées et les plus vertes renferment le plus d'acide malique. Il me paraît logique d'admettre aussi que l'absence de chlorophylle, dans une feuille jaune exposée à la lumière, entraîne un ralentissement dans les transformations ultérieures de l'acide malique. En particulier, la proportion de cet acide devra être plus grande à la pointe jaune d'une feuille que dans la partie médiane qui seule est encore verte ; c'est, en effet, ce que l'expérience m'a montré.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Les conclusions suivantes se dégagent du travail que je viens d'exposer :

1° *L'acide malique est le seul acide organique libre ou à demi combiné, soluble dans l'eau, que renferment les Crassulacées que j'ai étudiées.*

2° *L'acide malique est en quantité très faible dans les parties jeunes de la tige et des feuilles, croît à mesure qu'on s'éloigne du*

bourgeon terminal et passe par un maximum pour diminuer dans les organes les plus âgés.

3° *La quantité d'eau transpirée par un organe adulte d'une plante grasse est d'autant plus faible que cet organe est plus riche en acide malique.*

4° *Une plante grasse renferme d'autant plus d'acide malique qu'elle est plus développée. La production de cet acide semble liée à la plus ou moins grande quantité de chlorophylle contenue dans l'organe étudié.*

L'acide malique est évidemment un produit transitoire, utilisé par la plante, surtout lors de son exposition à la lumière.

Le problème complexe à résoudre est la découverte de la série de réactions chimiques qui, de l'acide carbonique absorbé par l'assimilation, conduisent à l'acide malique et de l'acide malique à l'acide carbonique dégagé par la respiration.

(Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches botaniques de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.)

NOTE

SUR

UN NOUVEAU PARASITE

DANGEREUX DE LA VIGNE

(*UREDO VIALÆ*, sp. nov.)

Par M. de LAGERHEIM
Professeur à l'Université de Quito (Équateur).

On sait que la vigne est attaquée par un grand nombre de parasites animaux et végétaux. M. Von Thümen ne signale pas moins de 323 Champignons vivant sur le seul *Vitis vinifera* à titre de parasites ou de saprophytes. Quelques-uns eux d'entre eux, on ne le sait que trop, causent des dégâts considérables dans les vignobles pour lesquels ils sont une menace constante. Il suffit de mentionner les noms de l'*Oidium Tückeri*, du *Peronospora viticola*, du *Coniothyrium diplodiella*, du *Dematophora necatrix*, pour rappeler combien leurs ravages sont considérables.

La grande rareté des Urédinées parmi les parasites connus de la vigne et des Ampélidées est très remarquable. On ne connaît jusqu'à présent avec certitude que deux Urédinées parasites des Ampélidées (1); ce sont l'*Æcidium Cissi* Winter sur le

(1) M. Fischer de Waldheim a montré (Ann. sc. natur. Bot., 1876, p. 244) que le *Puccinia incarcerata* Léveillé, ou *Uredo Cissi* DC, est une Ustilaginée qui doit porter le nom de *Schroeteria Cissi* de Toni (Sylloge, Ustilag., p. 501). M. Fischer de Waldheim dit (les Ustilaginées et leurs plantes nourricières, p. 55) que cette espèce apparaît dans les fruits qu'elle gonfle en en détruisant le contenu. M. de Toni lui attribue comme habitat les pétioles gonflés et déformés. Peut-être ces auteurs ont-ils eu en vue deux espèces différentes. On consultera utilement sur ce point : Tulasne, in Ann. sc. natur., 1847, p. 92; Schrœter in Hedwigia, 1876, p. 135, et Cornu, in Ann. sc. nat., Bot. 6e sér. XV, 1883, p. 292.

Je ne saurais dire ce qu'est *Uredo viticida* Daille (in Roumeguère, *Revue mycolo-*

Cissus sicyifolius (1) et l'*Æcidium cissigenum* Welwitsch sur un *Cissus* indéterminé (2). Quant à l'*Uredo Vitis* Thümen, il a été décrit par cet auteur (3), en 1882 bien qu'il lui ait donné un nom plusieurs années auparavant. Dans le *Sylloge Uredinearum*, M. de Toni donne à cette espèce la diagnose suivante : « Soris hypophyllis, dense gregariis, nonnunquam in maculis fuscis sed plerumque sine maculis, in foliorum pagina superiore maculas parvas, stramineas formantibus, hemisphæricis, solitariis, nunquam confluentibus, duris, pallide aurantiaco-flavis (tamen in speciminibus exsiccatis), minutis, solidis; uredosporis guttuliformibus aut globosis, 15 μ diam., aut ovatis 20 = 14, aut ellipsoideis 22 = 12 — 15, subpedicellatis, basi propagatulis, dilutissime lutescentibus, episporio levi, crasso, inæquali, plerumque vertice crassissimo. — Hab. in foliis vivis vel sublanguidis vitis viniferæ, Aiken Carolinæ australis (H. W. Ravenel). On le verra plus loin, il ne s'agit pourtant pas ici d'une Urédinée, mais d'une plante bien différente.

Pendant une excursion botanique que je fis au mois d'octobre

gique, 1881, nº 11, p. 27). Ce n'est certainement pas un *Uredo*, il est à peine vraisemblable que ce soit une Urédinée. Voici ce qu'en dit M. Roumeguère (loc. cit., p. 29) : M. Daille a étudié une maladie qui ravage depuis dix ans, dit-il (Journal de pharmacie et de chimie, 1880, p. 34) les vignobles de l'Yonne, et il a reconnu que cette maladie est causée par un champignon différent de l'Oïdium, mais ayant avec lui la plus grande analogie. Il en figure quelques éléments. Le caractère le plus saillant et distinctif de ce parasite est, dit-il, d'avoir les spores sensiblement sphériques, tandis que celles de l'oïdium sont ovales ou elliptiques. Les spores du nouveau parasite ne seraient pas non plus sans analogie, pour la forme comme pour la dimension, avec celles du charbon des céréales. En employant un grossissement de 1,000 diamètres, il a constaté des cloisonnements dans leur cavité. Comme les spores de ce champignon, « par leur multiplication, s'étendent sous l'écorce et se propagent avec une étonnante prolification qui descend dans les racines pour provoquer la mort des ceps », il croit devoir lui donner le nom d'*Uredo viticida*. Il ne serait pas impossible que ce parasite fût celui que M. Kübler a désigné antérieurement sous le nom de *Cladosporium autumnale* (Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, 1879, p. 456).

(1) Winter in *Hedwigia* 1884, p. 168 ; Rabenhorst-Winter, *Fungi europæi*, nº 3022. On ne connaissait jusqu'à présent cette espèce que du Brésil (San Francisco, province de Sainte-Catherine); je l'ai récoltée abondamment sur la même espèce près de Panama en octobre 1889.

(2) Voyez A. de Lagerheim, Revision des Ustilaginées et des Urédinées contenues dans l'herbier de Welwitsch (*Boletim da Sociedade Broteriana*, VII, 1889, fasc. 2, Coimbra, 1889).

(3) Von Thümen, Die Pilze der Weinstockes, Wien, 1878, p. 182.

(4) Von Thümen, Verzeichniss der am haufigsten vorkommenden Pilze auf dem Weinstock, den Obst Bäumen und Sträuchern und den Erdbeeren p. 3 (K. K. Chem. physiol. vers. stat. Klosterneuburg, 1876.

dernier à la Jamaïque, entre Kingston et Rockfort, le propriétaire d'une villa située sur le versant de la montagne m'invita à visiter son jardin. Des vignes couvraient des vérandas ; celles de ces plantes qui poussaient derrière la maison étaient très belles, garnies de grappes bien fournies de gros raisins bleus : celles, au contraire, qui tapissaient la façade du côté de la mer avaient un aspect misérable et ne portaient aucune trace de fruits. Une grande partie des feuilles étaient complètement flétries et sur presque toutes les autres feuilles se montraient des taches décolorées. Un examen très superficiel à la loupe me montra aussitôt que cette maladie était causée par une Urédinée. Après un examen microscopique attentif, je puis décrire ce Champignon, et le donner comme ne répondant à aucune forme antérieurement connue.

Il n'a été observé que sous la forme *Uredo;* les coussinets d'Urédos se trouvent exclusivement sur la face inférieure de la feuille : ils sont ordinairement très petits, punctiformes (Pl. 19, fig. 1) ; rarement ils atteignent les dimensions d'un millimètre carré. Ils sont souvent très rapprochés les uns des autres et couvrent une grande partie des feuilles atteintes. Les plus grands coussinets déterminent sur la face supérieure de la feuille de petites taches jaunes ou brunes. La partie de la feuille qui est envahie par les colonies d'Uredos demeure plus longtemps verte que le reste de la feuille. Les Urédospores sont piriformes ou ovoïdes, ont de 20 à 27 μ de longueur sur 15 à 18 μ de largeur ; elles sont recouvertes d'une membrane uniformément mince, incolore et toute couverte de petites pointes (fig. 2) ; son contenu a une coloration rouge orangée ; une couronne de paraphyses assez longues, incolores, entoure chaque groupe d'urédospores ; elles sont souvent renflées à la base ; leurs parois sont assez minces (fig. 3).

Voici la diagnose de cette nouvelle espèce, que je dédie à M. Pierre Viala, professeur à l'École nationale d'agriculture de Montpellier, pour rendre hommage à ses beaux travaux sur les maladies de la vigne.

Uredo Vialæ. — Soris hypophyllis, solitariis majoribus vel

dense gregariis minimis, solitariis in pagina superiore foliorum maculas parvas formantibus; uredosporis pyriformibus vel ovoideis, 20-27 μ longis, 15-18 μ latis, membrana hyalina tenui aculeata et contentu aureo præditis, paraphysibus cylindricis vel inferne dilatatis curvatis incoloribus circumdatis.

Hab. in foliis vivis *Vitis* sp. parasitica in insula Jamaica (Ind. occident.) inter Kingston et Rockfort, octob. 1889, legi ipse.

L'*Uredo Vialæ* ne saurait être confondu avec l'*Uredo Vitis* Thümen, car l'Uredo vitis n'est ni une Urédinée, ni même un champignon, comme M. Viala m'a fait l'amitié de me l'apprendre. Les échantillons distribués sous ce nom dans les exsiccatas de M. Von Thümen et ceux qu'il a bien voulu m'envoyer personnellement, m'écrit M. Viala, n'appartiennent pas à une Urédinée. « L'affection qui a donné lieu à cette erreur, assez commune dans les vignes plantées dans les sables du cordon littoral, n'est pas due à un champignon ; elle est de nature physiologique et accidentelle. Les échantillons authentiques que j'ai examinés ne présentent de parasite ni intérieur ni extérieur. J'ai examiné dans l'herbier de Philadelphie et dans l'herbier Curtis à Cambridge (Mass.) les échantillons originaux de Ravenel; ils sont identiques avec ceux de M. Thümen ; les cellules de l'épiderme altéré çà et là s'isolent par dessiccation et peuvent être confondues à un examen très superficiel, avec des spores d'Urédo, à cause de leur teinte roussâtre. »

L'*Uredo Vialæ* est donc la première Urédinée constatée avec certitude sur une *Vitis*. Souhaitons qu'elle soit la seule!

C'est un fait bien connu que les plus redoutables parasites de la vigne sont venus en Europe d'Amérique. On sait tous les ravages que causent l'Oïdium, le Black rot, le Mildew, la Mélanose et tous les sacrifices que ces champignons imposent aux viticulteurs. Qui sait si l'*Uredo Vialæ* n'est pas un nouveau danger? Je me suis fait un devoir d'appeler sur lui l'attention des botanistes et des agriculteurs européens.

Au cours d'une excursion toute récente dans la belle vallée de Chillo, à deux heures de Quito, j'ai rencontré par une alti-

tude de 2,520 mètres, sur un *Cissus*, une Urédinée qui se rapproche assez de l'*Uredo Vialæ* pour que j'hésite à l'en distinguer autrement qu'à titre de variété ; quelques différences d'aspect, de dimension des spores, la différence entre les plantes nourricières me paraissent autoriser au moins une distinction provisoire entre ces deux Urédos.

Celui dont il est question maintenant était assez abondant sur les feuilles d'un *Cissus* que je détermine avec quelque doute *C. rhombifolia* Vahl, au voisinage immédiat de la campagne de don Modesto Ponce. Ce *Cissus* n'est pas rare tout près de Quito dans les *Quebradas* (1) semblables à celle dans laquelle j'ai observé cet *Uredo;* mais c'est en vain que j'y ai, jusqu'à présent, cherché des *Urédinées* sur les Ampélidées; peut-être est-ce là une question d'altitude et cette plante ne vient-elle que dans la partie inférieure des vallées.

L'*Uredo Cissi* n'apparaît que sur la face inférieure des feuilles. Les groupes de spores sont plus grands que dans l'*U. Vialæ* et ont environ un millimètre carré. A la loupe, on reconnaît que tantôt chaque tache correspond à un seul groupe de spores, qu'ailleurs elle en comprend plusieurs concrescents. Ces groupes de spores se confondent donc ou demeurent isolés. Une tache brune indique sur la face supérieure de la feuille la présence du parasite. La partie atteinte est bientôt tuée.

Les spores sont piriformes ou ovales de 24 à 39 μ de longueur sur 18 à 25 de largeur, plus grandes par conséquent que celles de l'*U. Vialæ;* leur contenu est rouge orangé ; leur membrane est mince, incolore, échinée. Les sores sont entourés de paraphyses incolores recourbées, en tout semblables à ceux de l'*U. Vialæ;* pas plus que dans l'*U. Vialæ*, je n'ai trouvé aucune autre forme de spores.

Voici la diagnose provisoire de cette plante :

Uredo Cissi. — Soris hypophyllis, solitariis vel confluentibus. aurantiacis ; sporis pyriformibus vel ovalibus contentu aurantiaco

(1) On donne le nom de *Quebrada* à des ravins humides et profonds qu'on rencontre abondamment dans les hautes régions de l'Équateur; leur végétation, subtropicale comme celle des montagnes et des prairies voisines, en est pourtant bien différente.

et membrana achroa, aculeata prœditis, 24-39 μ longis, 18-25 μ latis, paraphysibus incoloribus, curvatis, circumdatis.

Hab. in foliis vivis *Cissi rhombifoliæ ?* Vahl, ad Chillo prope Quito Equatoriæ, Jun. 1890, legi ipse.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 19.

Fig. 1. — Face inférieure d'une feuille de Vigne atteinte par l'*Uredo Vialæ* (grand. nat.).

Fig. 2. — Spores ; la première *a* est jeune encore et fixée à son support ; on a négligé d'indiquer le contenu dans les autres (*b*, *c*, *d*, *e*, *f*), pour laisser mieux voir les accidents de la membrane.

Fig. 3. — Différentes formes de paraphyses.

Jardin botanique de Quito, mai 1890.

LE TANNIN DANS LES COMPOSÉES

Par M. Lucien DANIEL (1).

On désigne sous le nom générique de *tannins*, en l'absence de caractères différentiels suffisamment précis, les substances astringentes organiques qui ont pour caractère principal commun de donner avec les sels de fer des précipités colorés.

Ainsi définis, les tannins sont très communs dans les diverses parties des végétaux; on les trouve en particulier dans la famille des Composées, où ils n'ont pas été signalés, à ma connaissance du moins. Seul, l'acide gallique a été indiqué dans les fleurs de l'*Arnica* (2).

Je n'essayerai pas de compléter l'étude des tannins au point de vue de la chimie pure; les moyens dont je dispose sont trop insuffisants. Je me placerai plus spécialement au point de vue botanique et je limiterai mes observations à la famille des Composées, et à deux familles vosines (Ambrosiacées, Dipsacées).

Étudier les réactions principales des tannins dans la famille des Composées, leur abondance relative dans les diverses espèces de cette famille, dans les divers organes de chaque plante, soit à l'état jeune, soit à l'état adulte; voir si l'étiolement, dans les espèces comestibles, fait varier ou non les proportions des substances astringentes, si, dans l'inflorescence en capitule, ils jouent, comme l'inuline, le rôle d'une matière de réserve (3), tel est le but principal de cette étude.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la direction de M. le professeur Gaston Bonnier.

(2) Voir Van Tieghem : *Traité de Botanique*, 1884, p. 542.

(3) Voir L. Daniel : *Recherches anatomiques et physiologiques sur les bractées de l'involucre des Composées* (Ann. des sc. nat., 7e série, XI, 1890).

Méthode employée. — Pour avoir des données comparables, dans toutes mes expériences, je prends un poids fixe des organes dans lesquels je veux rechercher le tannin. Je les place dans une même quantité d'eau que je fais bouillir, aussi régulièrement que possible, pendant le même temps. Je laisse refroidir le tout pendant un temps donné ; avec une pipette graduée, je prends dans la solution refroidie un même volume de liquide sur lequel je fais agir une quantité constante de réactif et je compare les teintes obtenues.

Ces teintes présentent le plus souvent des différences de coloration très tranchées, de telle sorte que cette comparaison est des plus faciles.

I. — PRINCIPALES RÉACTIONS DES TANNINS DANS LES COMPOSÉES.

On peut diviser les Composées en deux groupes, suivant leur action sur les sels de fer.

1° Celles qui précipitent ces sels en *vert ;*

2° Celles qui les précipitent en *brun noir.*

Dans le premier groupe rentrent toutes les Composées que j'ai pu étudier, sauf le *Stenactis annua*, qui, à lui seul, forme le second groupe.

1er *Groupe.* — Avec les sels de fer (1), les tannins du premier groupe donnent une coloration variable avec la richesse en tannin des organes considérés. Si le tannin y est abondant, le perchlorure de fer produit dans la solution aqueuse un précipité d'un beau vert, très foncé.

A mesure que les proportions du tannin diminuent, la solution prend une teinte olive de plus en plus pâle.

Les mêmes solutions, traitées par le bichromate de potasse, prennent des teintes brun noir, plus ou moins foncées elles-mêmes, suivant les proportions relatives du tannin.

Les colorations fournies par le bichromate de potasse sont absolument parallèles à celles des sels de fer.

(1) J'emploie toujours le perchlorure de fer, de préférence au sulfate de fer, parce que les réactions sont plus rapides et plus franches.

Mais avec le sel marin, ainsi qu'avec la gélatine, il n'y a pas de précipité.

Quant à l'eau de chaux et l'eau de baryte, elles donnent un précipité plus ou moins abondant qui change rapidement de couleur et prend finalement une teinte rougeâtre. C'est dans les capitules que cette teinte est le plus accentuée ; elle est très probablement produite par l'acide gallique.

2e *Groupe.* — Le tannin du *Stenactis annua* est d'autant plus intéressant qu'il est le seul dans les Composées à précipiter les sels de fer en brun noir.

Avec le bichromate de potasse, il donne un précipité brunâtre, mais son action est bien moins vive que la précédente.

La gélatine n'est pas précipitée par lui. Quant à l'eau de chaux et l'eau de baryte, elles donnent des précipités semblables à ceux du 1er groupe, mais sans la coloration rougeâtre finale.

En résumé, on peut dire que les *tannins des Composées sont sans action sur la gélatine ; ils précipitent les sels de fer en vert, à l'exception du* Stenactis annua, *qui les précipite en brun noir.*

II. — PROPORTIONS DU TANNIN DANS LES DIVERS ORGANES D'UNE MÊME COMPOSÉE.

Les divers organes d'une même plante sont loin de présenter la même quantité de tannin. Bien plus, ces quantités varient dans un même organe avec l'âge et l'éclairement.

Ces variations sont plus faciles à étudier dans les organes simples : *racines*, *tiges* et *feuilles*, que dans les organes composés, tels que les *capitules*, où l'on trouve à la fois une portion de tige (réceptacle), des organes foliaires (bractées) et des fleurs. Dans ces derniers, en effet, la teinte finale est la résultante des teintes de chacune des parties composantes.

Racines. — Dans mes expériences, j'ai pris autant que possible un poids égal de la racine principale et des radicelles, et j'ai eu soin de couper cette racine principale assez loin du collet.

La racine adulte, en général, contient peu de tannin. Dans

beaucoup de Chicoracées et de Corymbifères, c'est l'organe qui en contient le moins.

Avec le perchlorure de fer, le précipité, peu abondant, a une coloration olive très pâle.

L'eau de baryte fournit un précipité peu abondant le plus souvent mais qui ne tarde pas à rougir.

Mais si les proportions du tannin dans la racine sont peu considérables en général, il n'en est pas toujours ainsi.

L'*Achillæa Millefolium*, par exemple, contient un peu plus de tannin dans la racine et le rhizome que dans la tige, mais la feuille dépasse de beaucoup la racine en substances astringentes.

Dans le *Lappa major* et le *Centaurea nigra*, c'est la racine qui est l'organe le plus riche en tannin de toute la plante, etc.

A l'état jeune la racine paraît en contenir moins qu'à l'état adulte. Les différences de proportions sont particulièrement marquées dans les espèces riches en tannin telle que le *Lappa major*, etc., où le précipité vert très foncé dans la racine adulte est simplement olive dans la racine jeune.

En résumé, on peut dire que *le tannin est peu abondant dans la racine adulte ; il est plus abondant dans les Cynarocéphales que dans les Corymbifères, et dans celles-ci que dans les Chicoracées.*

La racine jeune contient moins de tannin que la racine âgée.

Tiges. — Autant que possible, j'ai pris des portions de tiges comprises entre les entre-nœuds ; sinon j'ai eu soin de les bien débarrasser des bourgeons et des parties de feuilles qui auraient pu nuire à la précision des résultats.

En règle générale, la tige adulte est assez pauvre en substances astringentes. Dans tous les cas, j'ai obtenu des précipités peu abondants et une coloration olive pâle avec les sels de fer.

L'eau de baryte donne des précipités qui rougissent moins vite que ceux de la racine.

Quelques espèces, parfois, ont une tige assez riche en tannin, mais cependant la tige en contient moins que les autres organes : *Centaurea nigra*, etc. ; la coloration est alors olive très foncé.

Quant aux tiges jeunes, j'ai choisi les jeunes pousses au voisi-

nage du bourgeon terminal. J'ai surtout étudié les espèces riches en tannin.

Contrairement à ce qui se passe dans les racines, c'est la tige jeune qui renferme le plus de substances astringentes. *Centaurea*, *Lappa*, etc.

Conclusions : *La tige jeune contient plus de tannin que la tige adulte. En général, les proportions de tannin sont faibles dans la tige adulte, et ne présentent pas de variations très tranchées avec les espèces de Composées.*

Feuilles. — Certaines Composées présentent des feuilles de moyenne taille ; les poids mis en expériences peuvent comprendre alors un certain nombre de feuilles.

Dans d'autres, au contraire, les feuilles ont des dimensions très considérables, et l'expérience ne peut porter que sur une partie de la feuille (Artichaut, Bardane, etc.).

Mais alors j'ai obtenu des résultats différents suivant que j'ai expérimenté sur des parties différentes d'une même feuille. Cela tient à la proportion relative des nervures et du parenchyme.

En effet, si l'on prend séparément des poids égaux de grosses nervures et de parenchyme, on constate que les nervures contiennent, comme la tige, très peu de tannin, tandis que le parenchyme en renferme en très grande abondance.

Les résultats doivent dès lors être différents suivant les proportions relatives des nervures et du parenchyme.

Ceci posé, on peut dire que c'est la feuille qui, de toutes les parties de la plante, contient les plus fortes proportions de substances astringentes. Presque partout les sels de fer donnent avec les solutions aqueuses un précipité vert très foncé et très abondant.

Cette fois encore, ce sont les Chicoracées qui sont les plus pauvres. Certaines d'entre elles, comme la Laitue et la Chicorée cultivées, en restent à la teinte olive, sans arriver au vert proprement dit ; mais cette teinte est beaucoup plus foncée que celle produite par la racine, la tige ou les capitules.

Il est bien entendu que je ne parle que des feuilles vertes des Laitues et Chicorées ; *les feuilles étiolées contiennent très peu de*

tannin; le précipité qu'elles donnent avec le perchlorure de fer est à peine marqué et la coloration olive très pâle.

Si maintenant l'on compare la feuille adulte à la feuille jeune, on constate qu'en général celle-ci est la moins riche en tannin. Quelquefois cependant, c'est le contraire : *Centaurea nigra*, etc.

Conclusions : *La feuille est l'organe de la plante qui contient le plus de substances astringentes. Elle en renferme en général plus à l'état adulte qu'à l'état jeune, plus dans le parenchyme que dans les nervures ; plus quand elle est verte que quand elle est étiolée.*

Le tannin des feuilles est moins abondant dans les Chicoracées que dans les autres tribus.

Capitules. — J'ai pris d'abord des capitules de tout âge, dans les espèces dont le capitule n'atteint pas un poids élevé ; pour les autres, j'ai pris une partie seulement du capitule, mais en ayant soin que réceptacle, bractées, soies et fleurs s'y trouvent normalement représentées.

Dans toutes les espèces sur lesquelles j'ai fait porter mes recherches, j'ai trouvé que la quantité de tannin est variable avec l'espèce considérée, mais cette quantité, toujours inférieure à celle de la feuille adulte, reste supérieure à celle de la tige et en général à celle de la racine.

Si maintenant je compare dans une même espèce, des capitules de divers âges, provenant d'un même échantillon, je trouve des proportions différentes suivant l'âge de ces capitules.

Pour plus de clarté, je prendrai plusieurs exemples appartenant ou non à des genres d'une même tribu : le *Carduus nutans*, l'Artichaut, le *Centaurea nigra* et le *Crepis virens*.

J'ai opéré sur quatre catégories de capitules : 1° ceux qui sont très jeunes ; 2° ceux qui sont jeunes, c'est-à-dire non fleuris encore, mais assez près de s'ouvrir ; 3° ceux qui sont en pleine fleur ; 4° ceux qui sont défleuris.

Dans le *Centaurea nigra* (1), les capitules jeunes souvent

(1) Il faut avoir soin de ne pas opérer sur des solutions trop concentrées, sinon les différences de coloration sont plus difficiles à saisir. Il suffit, dans ce cas, d'ajouter à chaque volume de liquide mis en expérience une même quantité d'eau distillée, et les différences apparaissent beaucoup plus nettes.

contiennent beaucoup de tannin ; les solutions sont plus riches que celles des trois autres catégories de capitules qui s'égalent sensiblement.

Ici donc, le tannin présente un maximum dans le capitule jeune.

Dans le *Carduus nutans*, le précipité obtenu avec les capitules très jeunes est peu abondant et sa teinte olive ; ce précipité est bien moins abondant et sa teinte olive plus pâle dans les capitules sur le point de fleurir.

Dans les capitules en fleur, le précipité devient abondant, la teinte olive très foncée ; enfin dans les capitules défleuris, la proportion du tannin diminue et reste cependant supérieure à celles des capitules jeunes et très jeunes. Le maximum du tannin se trouve ici dans les capitules en fleur.

Dans l'Artichaut (*Cynara Scolymus*), au moment de la floraison, il y a un maximum dans le capitule jeune, puis un deuxième maximum.

Enfin le *Crepis virens* m'a fourni dans les quatre cas des colorations sensiblement égales, en opérant sur des solutions soit concentrées, soit étendues. Il n'y a cette fois aucun maximum.

Les résultats de ces diverses expériences sont des plus contradictoires et paraissent inexplicables au premier abord.

Or les capitules sont des organes composés. Les variations qu'ils présentent avec l'âge dans une même espèce ou dans des plantes différentes ne sont-elles pas une conséquence des variations dans les proportions relatives des organes qui constituent chaque capitule? En un mot les diverses parties du capitule sont-elles plus ou moins riches en tannin, à l'état adulte ou non?

J'ai été ainsi amené à rechercher les proportions du tannin dans les diverses parties d'un même capitule. L'espèce qui se prête le mieux à cette étude est évidemment l'Artichaut.

J'ai pris séparément des poids égaux des diverses parties du capitule adulte : réceptacle, bractées externes, bractées internes, soies et fleurs (foin), et j'ai comparé avec la feuille et la tige.

La tige de l'Artichaut, comme toutes les tiges, donne une coloration olive ; les feuilles, une coloration verte très foncée.

Le réceptacle est très pauvre en tannin ; la réaction se fait

lentement et la coloration est olive très pâle, beaucoup plus pâle que celle du pédoncule.

Les bractées externes sont elles-mêmes pauvres en substances astringentes; leur teinte est intermédiaire entre celle du réceptacle et celle du pédoncule.

Les bractées internes, étiolées normalement, fournissent un précipité abondant d'un beau vert (1).

Enfin les paillettes et fleurs qui constituent ce qu'on appelle vulgairement le foin, sont de toutes les parties du capitule les plus riches en tannin. Elles donnent avec les sels de fer un précipité dont l'abondance et la teinte égalent celles des feuilles.

Ces différences sont confirmées par l'examen microscopique. Les coupes, plongées dans le sulfate de fer, verdissent bien davantage et beaucoup plus vite dans le foin et les bractées internes que dans les bractées externes et le réceptacle. Il est à remarquer que cette coloration se fait plus vite et est plus accentuée dans les faisceaux et le sclérenchyme que dans le reste du parenchyme : elle se fait aussi plus vite dans le parenchyme incolore que dans le parenchyme vert (2).

Mais si beaucoup de plantes peuvent se ramener au cas de l'Artichaut, d'autres au contraire s'en éloignent. Ainsi le *Centaurea nigra* ne présente pas de différences sensibles entre le tannin des fleurs et celui des autres parties du capitule.

Si, au lieu d'examiner séparément chaque partie du capitule, je les examine ensemble, comme je l'ai fait au début, j'obtiens évidemment une coloration générale, qui est la résultante des teintes particulières des éléments divers du capitule.

Comme ces éléments comprennent à la fois des portions de tiges (réceptacle) des organes foliacés (bractées) et des fleurs, le capitule entier donne en général la mesure de la richesse moyenne en tannin des diverses Composées.

A ce point de vue, on peut grouper ainsi les diverses espèces que j'ai étudiées :

(1) Ce résultat est en contradiction avec ce que j'ai observé dans le cas d'étiolement plus ou moins artificiel des Laitues et Chicorées cultivées.

(2) Nouvelle contradiction avec ce qui se passe dans les feuilles ordinaires où le parenchyme vert est le plus riche en tannin.

1° Espèces à tannin très abondant dans leurs capitules ;

Corymbifères.

Eupatorium cannabinum.
Solidago Virga-aurea.
S. canadensis.
Stenactis annua.
Aster Amellus.
A. pyrenæus.
Senecio Doria.
S. Jacobæa.
Artemisia Absinthium.
A. vulgaris.
Tanacetum vulgare.
Leucanthemum vulgare.
Chrysanthemum coronarium.
C. segetum.
Pyrethrum Myconis.
Achillæa Millefolium.
Bidens tripartita.
B. bullata.
Buphtalmum salicifolium.
Corvisartia Helenium.
Inula Vaillantii.
I. viscosa.
I. Conyza.
I. dysenterica.
I. bifrons.
Carpesium cernuum.
Helianthus tuberosus.

Cynarocéphales.

Echinops sphærocephalus.
E. ruthenicus.
Galactites tomentosa.
Sylibum Marianum.
Onopordon Acanthium.
Cynara Scolymus.
C. Cardunculus.
Cirsium lanceolatum.
C. anglicum.
C. palustre.
C. arvense.
Carduus nutans.
C. tenuiflorus.
Carduncellus mitissimus.
Centaurea nigra.
C. Jacea.
C. Cyanus.
C. collina.
C. Cineraria.
C. Scabiosa.
C. Calcitrapa.
C. Solstitialis.
C. montana.
Microlonchus almanticus.
Kentrophyllum lanatum.
Serratula tinctoria.
Carthamus tinctorius.
Saussuræa pulchella.
Chamepeuce Casabonæ.
Carlina vulgaris.
Lappa major.
Xeranthemum radiatum.

Chicoracées.

Cichorium Intybus.
Tolpis barbata.
Hedypnois polymorpha.
Hypochæris glabra.
H. radicata.
Seriola ætnensis.
Leontodon alpinus.
L. hispidus.
Sonchus arvensis.
Barkausia alpina.

Zacintha verrucosa.
Hieracium Pilosella.
H. sabaudum.
Andryala ragusina.
A. sinuata.
Geropogon glaber.

2° Espèces à tannin assez abondant ;

Corymbifères.

Nardosmia fragrans.
Senecio vulgaris.
S. silvaticus.
S. sarracenicus.
S. Cineraria.
Matricaria inodora.
Anthemis nobilis.
Anacyclus clavatus.
Jasonia tuberosa.
Calendula officinalis.
Helianthus annuus.

Chicoracées.

Hyoseris radiata.
Scorzonera humilis.
Picris hieracioides.
Lactuca scariola.
L. perennis.
Hieracium murorum.

3° Espèces à tannin peu abondant.

Corymbifères.

Tussilago Farfara.
Conyza ambigua.
Erigeron canadense.
Aster Tripolium.
Bellis annua.
B. perennis.
Doronicum plantagineum.
Senecio aquaticus.
S. erucifolius.
S. crassifolius.
Anthemis Cotula.
Santolina Chamœcyparissus.
Inula Pulicaria.
I. britannica.
Antennaria dioica.
Filago minima.
Micropus perpusillus.

Chicoracées.

Catananche cærulea.
Lampsana communis.
Helminthia echioïdes.
Urospermum picroides.
Thrincia hirta.
Chondrilla juncæa.
Taraxacum Dens-leonis.
Lactuca saligna.
L. muralis.
L. viminea.
Sonchus asper.
S. oleraceus.
Picridium vulgare.
Crepis tectorum.
Barkausia taraxacifolia.
B. fœtida.
B. setosa.
Endoptera aspera.
Mulgedium macrophyllum.

A l'inspection de ces listes, on voit de suite que ce sont surtout les Cynarocéphales qui sont les plus riches en tannin, et les Chicoracées les plus pauvres.

Il me reste maintenant à apprécier les résultats que j'ai obtenus avec des capitules d'âge différent, résultats contradictoires, puisque certaines espèces présentent un maximum en tannin tandis que d'autres n'en ont pas.

Il n'y a pas de maximum (*Crepis virens*) lorsque les diverses parties du capitule sont aussi riches en tannin les unes que les autres, soit à l'état jeune, soit à l'état adulte.

Mais si ces parties présentent des différences en matières astringentes, soit à l'état jeune, soit à l'état adulte, il en résulte un maximum au moment où prédominent les organes les plus riches en tannin.

Ainsi, dans le *Centaurea nigra*, les organes jeunes, tiges et feuilles, réceptacle et bractées, sont plus riches en tannin que les mêmes organes adultes. Comme les fleurs et paillettes ne se développent qu'assez tard, les bractées vertes et le réceptacle jeune forment à eux seuls le capitule. A poids égal, ils doivent donc être les plus riches en tannin ; le maximum de cette substance dans le capitule très jeune s'explique ainsi facilement; il n'y a pas d'autre maximum possible, puisque les diverses parties du capitule adulte s'équivalent, comme richesse en tannin.

Dans l'Artichaut, les conditions précédentes se compliquent par le fait que les diverses parties du capitule adulte ont une teneur différente en tannin. L'Artichaut présente en effet un maximum au début du capitule, puis le tannin diminue pour augmenter de nouveau lors de la floraison. Les fleurs et paillettes (foin), très riches en tannin, sont la cause de cette augmentation. La légère diminution qui suit est due à ce que les fleurs se fanent, et leurs proportions deviennent moindres dans la masse totale.

Dans les *Carduus nutans*, *Taraxacum Dens-leonis*, etc., le maximum du début n'existe pas, mais il a lieu au moment de

la floraison, les fleurs étant de toutes les parties du capitule les plus riches en tannin, et leur plus grand développement se trouvant atteint à ce moment.

En somme, on voit que *les variations du tannin dans les capitules d'âges différents sont une conséquence des variations dans les proportions relatives et la richesse en tannin des parties qui constituent le capitule aux diverses périodes du développement.*

Les résultats très différents que fournissent les diverses espèces expérimentées me paraissent prouver que les *substances astringentes du capitule ne sont pas des matières de réserve comme l'inuline.*

III. — AMBROSIACÉES ET DIPSACÉES.

Le tannin des Ambrosiacées et des Dipsacées rappelle entièrement celui des Composées par ses réactions, c'est-à-dire qu'il est sans action sur la gélatine, et précipite les sels de fer en vert.

La coloration est vert tendre dans les *Xanthium*, qui sont en général les moins riches en tannin ; il est vert foncé noirâtre dans les *Ambrosia*, où le tannin est plus abondant.

Enfin les *Dipsacus* (*D. silvestris*, *D. Fullonum*, etc.) donnent avec les sels de fer, un précipité vert foncé, et paraissent assez riches en substances astringentes.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1° *Les tannins contenus dans les Composées, Ambrosiacées, Dipsacées, précipitent en vert les sels de fer, sauf le* Stenactis annua *qui les précipite en brun noir. Ils sont tous sans action sur la gélatine.*

2° *Dans une même plante, c'est en général dans la feuille que se trouve, à poids égal, le plus de substances astringentes ; c'est ensuite le capitule, puis la tige, puis la racine.*

3° *La racine jeune est moins riche en tannin que la racine adulte, c'est le contraire pour la tige. La feuille, en général, est*

plus riche en tannin à l'état adulte qu'à l'état jeune ; le parenchyme en contient plus que les nervures.

4° *L'étiolement, dans les feuilles végétatives, nuit au développement du tannin.*

5° *Le capitule est l'organe qui donne, dans les Composées, la mesure moyenne du tannin de chaque espèce. Cette moyenne est inférieure à celle de la feuille, mais supérieure à celles de la racine et de la tige.*

6° *Les espèces les plus riches en tannin appartiennent principalement aux Cynarocéphales; les Chicoracées sont en général les plus pauvres en substances astringentes.*

7° *Les variations du tannin dans les capitules d'âge différent sont dues très probablement aux variations avec l'âge des proportions des parties constituantes du capitule, parties qui, assez souvent, ont une teneur différente en tannin.*

8° *Comme dans les capitules le tannin peut ne pas présenter de maximum, ou en présenter à des moments différents suivant les espèces considérées, il semble que ces substances ne jouent pas, comme l'inuline, le rôle d'une réserve.*

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1889

Si on commence par la France l'énumération des ouvrages sur la détermination des Lichens, qui ont paru dans le cours de l'année 1889, il faut d'abord citer les fascicules 6 et 7 des *Exsiccata* de M. l'abbé Harmand (1), et un opuscule du même auteur (2). Dans cette première partie d'un travail qui sera continué, M. l'abbé Harmand, s'arrêtant aux *Lecidea*, énumère 72 espèces de Lichens, qui appartiennent pour la plupart au département de Meurthe-et-Moselle; quelques-uns proviennent des Vosges et de la Lorraine annexée. Ce mémoire complète le *Catalogue des plantes cellulaires du département de la Meurthe* de M. le docteur Godron, dont l'apparition remonte à l'année 1843. On trouve, en effet, chez M. l'abbé Harmand, et des localités nouvelles pour certains des Lichens cités par M. Godron, et des espèces qui n'avaient pas encore été récoltées en Lorraine. Ces dernières se décomposent en Lichens déjà trouvés dans d'autres régions, mais encore inconnus dans les environs de Nancy, comme *Collema chalazanum* Ach., *C. myriococcum* Ach., *Lecanora medians* Nyl., *L. mutabilis* Nyl., etc., et en espèces récemment créées par M. Nylander, comme *Collema chalazanellum* Nyl., *C. hypergenum* Nyl., *Lecanora subtartarea* Nyl., *L. subcircinata* Nyl. Par rapport aux localités, M. l'abbé Harmand a fini par retrouver à Liverdun le *Solorina saccata* Ach., indiqué là par Godron, et il donne en même temps une autre localité pour cette espèce. Cet auteur rectifie aussi quelques erreurs du Dr Mougeot, relatives aux Lichens des Vosges. On peut citer ensuite la seconde partie des Lichens récoltés dans le Cantal par M. l'abbé Fuzet (3). Elle comprend 207 espèces, et ne va pas au delà des *Urceolaria;* quelques-unes de ces espèces n'avaient pas encore été recueillies en Auvergne, et un bon nombre d'entre elles provient du Plomb du Cantal, non encore exploré au point de vue des Lichens. M. l'abbé Olivier (4) a donné un exposé systématique des *Pertusaria* de la France. Ce travail renferme 22 espèces; il a été fait, non sur des échantillons d'herbier, mais à l'aide des ouvrages de MM. Nylander et Th. Fries, et il donne lieu à de sérieuses critiques. Si, d'un côté, on reproduisait simplement les espèces de M. Nylander, il s'en trouverait en France

(1) L'abbé Harmand : *Lichenes in Lotharingia.*

(2) L'abbé Harmand : *Observations relatives à la Flore lichénique de la Lorraine.* Nancy, 1889.

(3) L'abbé Hue : *Lichens du Cantal et de quelques départements voisins* (Bull. de la Soc. bot. de France, t. XXXVI).

(4) L'abbé Olivier : *Étude sur les Pertusaria de la Flore française* (Revue de botan., t. VIII).

plus que M. l'abbé Olivier ne l'indique. Par exemple, *P. melanochlora* (D. C.) Nyl., est pour ce dernier une variété de *P. dactylina* (Ach.) Nyl.; jamais M. Nylander n'a indiqué une telle affinité entre ces deux espèces. D'un autre côté, si on examine chacune des espèces proposées par M. l'abbé Olivier, il faudra en éliminer quelques-unes : *Pertusaria bryontha* (Ach.) et *P. dactylina* (Ach.) Nyl., appartiennent au climat froid du nord de l'Europe et des hautes altitudes des Alpes, et M. l'abbé Olivier ne cite aucune autorité établissant qu'elles ont été récoltées en France. Il est vrai que dans sa *Flore des Lichens de l'Orne*, page 169, il donne *P. dactylina* (Ach.) comme une espèce normande ; mais dans le mémoire qui nous occupe il ne parle plus de cette localité. *P. obducens* Nyl. est une espèce de la Finlande et des contrées environnantes, et en aucun lieu M. Nylander n'a écrit qu'on l'a vue en France. M. Larbalestier a envoyé de Jersey à M. Nylander *P. urceolaria* Nyl., et dans aucun des écrits de ce dernier on ne lit que cette espèce est à rechercher dans les Pyrénées-Orientales. Quant à *P. conglobata* (Ach.) l'erreur est plus grave, car c'est le *P. velata* Nyl., et M. l'abbé Olivier a pris pour cette espèce le vulgaire *Lecanora parella* Ach., comme l'atteste le n° 175 de ses *Exsiccata*. Enfin cet auteur donne des réactions d'une exactitude peu rigoureuse, et gratifie M. Nylander d'un ouvrage qu'il n'a jamais composé : *Observata in Flora ratisbonnense*. Les déterminations de Lichens européens nouveaux, que le savant lichénographe a publiées dans le *Flora* de Ratisbonne, l'ont été sous le titre d'*Addenda ad Lichenographiam europæam*. Citons une espèce nouvelle récoltée en Sicile, et nommée par M. le Dr J. Müller (1) *Parmeliella Lojaconi*, et remontons vers le nord pour gagner l'Asie. Il faudra cependant nous arrêter quelque temps en Allemagne. A Heidelberg, M. von Zwackh-Holzhausen a donné le 20e fascicule de ses remarquables *Exsiccata*, nos 1063-1099 ; à Ratisbonne, M. Rehm, les nos 361-376 de ses *Cladoniæ exsiccatæ*. Dans la Bavière, M. le Dr Arnold a ajouté à sa publication d'*Exsiccata* les nos 1432-1492. De 1450 à 1463, et de 1484 à 1492, ce sont des photographies reproduisant des *Cladonia* des herbiers de Flotow et de Floërke, conservés le premier à Berlin, et le second à Rostock. Les autres numéros sont des Lichens. Il a, de plus, commencé une autre publication d'*Exsiccata* (2), ceux des Lichens de Munich, dont les nos 1-76 sont parus. Enfin, M. Arnold a donné une seconde édition de ses Lichens du Jura franconien (3). La première, éditée dans le *Flora* de Ratisbonne en 1884-1885, renfermait 630 espèces. La nouvelle édition en contient 660, sans compter les sous-espèces ni les variétés. Les espèces nouvelles sont d'abord énumérées en tête du volume, et reprises ensuite à leur place systématique. L'ouvrage se termine par un intéressant chapitre qui offre, entre autres choses, la division de ces espèces du Jura franconien, sous le rapport et de la forme qu'elles revêtent, et du substratum auquel elles adhèrent. En avançant vers le nord, nous entrons dans une contrée dont les Lichens étaient à peine connus les années dernières : je veux parler du duché d'Oldenbourg. Karl Mueller et le Dr Koch en avaient, en effet, donné deux courtes listes en 1844; celle du premier en énumérait 32, et celle du

(1) J. Müller : *Lichenologische Beiträge* (Flora, 1889).
(2) F. Arnold : *Lichenes Monacenses exsiccati*, 1889.
(3) F. Arnold : *Die Lichenen des Fraenkischen Jura*, 1890. Stadtainhof, 1890.

second 40. Vingt et un ans plus tard, Kœrber insérait, dans sa *Parerga lichenologica*, une espèce nouvelle de cette région, *Arthopyrenia Kelpii*: et après une autre période de plus de vingt ans, en 1887, M. Nylander décrivait 3 espèces nouvelles d'Oldenbourg : *Cladonia polybotrya*, *Cl. gracilior* et *Stereocaulon spissum*. Ces Lichens avaient été récoltés par M. Sandstede, qui déjà préparait la publication qui nous occupe (1). Il avait entrepris, de concert avec le Dr F. Mueller, de Varel, de donner une flore des Mousses et des Lichens du duché d'Oldenbourg. Les Mousses, étudiées par M. Mueller, ont paru à Brême en 1885; restait donc la détermination des Lichens réservée à M. Sandstede. Ce dernier a joint, à ses récoltes du pays d'Oldenbourg, toutes celles qu'il a pu faire dans la Frise orientale, et il a repris les espèces de Koch, conservées en partie dans l'herbier du Musée d'Oldenbourg, et pour l'autre partie, dans celui de la ville de Brême. Il arrive ainsi à présenter un total de 320 espèces réparties en 43 genres, d'après la méthode de M. Nylander. L'auteur fait remarquer avec raison que ce chiffre est considérable pour le peu d'étendue et la basse altitude des pays explorés. En Silésie, M. Stein publie un supplément (2) à sa remarquable flore des Lichens de ce pays, parue il y a dix ans. Ses nouvelles explorations, opérées principalement dans les régions de Grünberger et de Löwenberger, lui ont permis d'ajouter un bon nombre de localités à des espèces rares, et de découvrir 23 espèces nouvelles pour ce pays, dont 8 sont nommées et décrites par lui. Ce sont : *Dimerospora Hellwigii*, *Lecanora Silesiaca*, *Thelotrema Elsneri*, *Scoliciosporum Baggei* var. *epithymum*, *Hazslinskia xylographoides*, *Thrombium Cladoniæ*, *Th. Jonaspidis*, *Strickeria Hellwigii* et *Arthopyrenia vratislaviensis*. On doit espérer que M. Stein ne s'en tiendra pas là, car il est probable que de riches récoltes restent à opérer sur le mont Glatzer et dans le massif des forêts de la rive droite de l'Oder, où depuis cinquante ans aucun Lichen n'a été recueilli. Avant de sortir l'Europe, il ne reste plus qu'à parler des Lichens de la Bosnie et de l'Herzégovine (3). Tant que ces deux provinces demeurèrent sous la domination ottomane, peu d'explorateurs osèrent s'y aventurer. Deux savants seulement allèrent y recueillir des collections botaniques, et en particulier des Lichens, Sendtner en 1849, et le Dr Weis en 1865. Mais aussitôt que ces pays furent rattachés à l'empire d'Autriche (1878), l'étude de la botanique y prit un rapide essor. L'auteur du mémoire que nous analysons, le Dr Zahlbruckner, publia, en 1886 et 1889, les Lichens que le Dr G. Ritter von Beck's en avait rapportés; et dans les années 1886 et 1888, MM. Lojka et Kerner donnèrent des *Exsiccata* des Lichens de ces contrées. Dans le présent mémoire, M. Zahlbruckner énumère 215 espèces de la Bosnie et de l'Herzégovine; il suit la classification de M. Th. Fries, et les divise en 60 genres. Il estime que ce nombre est peu élevé pour un pays dont les terrains sont si variés, mais il faut remarquer que cet auteur restreint beaucoup le nombre

(1) H. Standstede : *Beiträge zu einer Lichenenflora des Nordwest deutschen Tieflandes* (Abhandl. herausgegeb. vom naturwisenschaftl. vereine zu Bremen, 1889).

(2) B. Stein : *Nachträge zur Flechtenflora Schlesiens* (Jahres-Berichte des Schlesischen Geselschaft für vaterländische Cultur. Breslau, 1889).

(3) A. Zahlbruckner : *Prodromus einer Flechtenflora Bosmiens und der Hercegovina*. Vienne, 1889.

des espèces, et que les siennes possèdent de nombreuses variétés. Deux espèces n'ont encore été observées que dans ces contrées : *Physma dalmaticum* (Koërber) et *Polyblastia bosniaca* Zahlbr. La variété *australis* du *Lecidea emergens* appartient aussi en propre à M. Zahlbruckner, mais, d'après lui, il est possible qu'elle existe ailleurs. Enfin, il y a une complète conformité entre les Lichens calcicoles du sud de la Bosnie et de l'Herzégovine, et les espèces calcicoles et saxicoles du nord de l'Italie.

En Asie, nous trouvons d'abord 2 petites collections déterminées par M. le Dr Müller (1). L'une vient de la Cochinchine où l'a recueillie M. Berlaud ; elle comprend 16 espèces dont 5 nouvelles : *Pertusaria emergens*, *Arthonia Mangifera*, *A. myriocarpa*, *A. leucoschisma* et *Pyrenula rhombospora*. Celle du Tonkin est encore moins considérable, car elle n'a que 13 espèces dont 4 nouvelles : *Collema furfureolum*, *Physcia crispula*, *Patellaria polysporella* et *Willeya rimosa*. Mais M. l'abbé Bon, qui l'a formée, a déjà fait de nouveaux envois. Vient ensuite la seconde série des récoltes faites dans le Yunnan par l'infatigable M. l'abbé Delavay (2). Ce mémoire comprend 88 espèces, dont 3 n'ont encore été trouvées que dans le Yunnan, et 3 autres sont communes à cette contrée et à l'Inde. Dans les premières, il en est une fort remarquable, *Gyrophora yunnana* Nyl., qui est corticole ; avant M. l'abbé Delavay on ne connaissait que des *Gyrophora* saxicoles. On y compte aussi 7 espèces nouvelles : *Leptogium Delavayi* Hue, *Platysma yunnanense* Nyl., *Parmelia mesophora* Nyl., *Lecanora callopizodes* Nyl., *L. endophæoides* Hue, *L. flavido-rufa* et *Normandina Davidis* Hue, auxquelles se joint la variété *cinereo fuscescens* du *Lecidea albuginosa* Nyl. Il faut encore remarquer qu'une forme de *Leptogium* décrite sous le nom du *L. Menziesii* Mont. a été nommée *L. trichophorum* Müll. Argov., par M. Müller qui a vu cette plante et de l'Inde et de l'île de Java. Une importante collection de Lichens récoltés au Japon par M. le Dr Almquist, lors de l'expédition de la Véga, sera bientôt publiée par M. Nylander ; il en énumère quelques *Pertusaria* dans ses Lichens des îles du golfe de Guinée.

L'explorateur allemand, M. Hans Meyer, a fait, en janvier 1887, l'ascension du Kilimandscharo, la plus haute des montagnes de l'Afrique. D'une altitude qui varie de 2,000 à 6,000 mètres, il a rapporté 26 Lichens que M. Stein a déterminés (3), et parmi lesquels il a distingué 5 espèces nouvelles : *Stereocaulon Meyeri*, *Ramalina Meyeri*, *Gyrophora umbilicarioides*, *Urceolaria Steifensandii* et *Pyrenula Gravenreuthii*, et il a ajouté 3 formes ou variétés à 3 espèces déjà connues : *Usnea longissima* f. *Ebersteinii*, *U. cornuta* var. *Meyeri* et *Stereocaulon Vesuvianum* var. *Kilimandscharoense*. L'année suivante, M. Hans Meyer essaya d'explorer la région de l'Usambara, pays montagneux d'une étendue à peu près égale à celle de Zanzibar. Il fut maltraité par les Arabes révoltés contre la Compagnie de colonisation allemande, et il perdit presque toutes ses collections. Il sauva cependant quelques petits échantillons de Lichens dans lesquels M. Stein a reconnu 2 espèces nouvelles :

(1) J. Müller : *Lichenologische Beiträge* (Flora, 1889).
(2) L'abbé Hue : *Lichenes yunnanenses* (Bull. Soc. bot. de France, t. XXXVI.
(3) B. Stein : *Ueber africanische Flechten* (Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau, 1889).

Phlyctis Meyeri et *Bombyliospora Meyeri*, ainsi que 4 variétés également nouvelles : *Ramalina pusilla* var. *Meyeri*, *R. rigida* var. *africana*, *Parmelia tiliacea* var. *eximia*, et *P. revoluta* var. *ambigua*. Enfin, le même M. Stein a reçu de M. Ledien, chef des cultures à Vivi, une petite collection de Lichens du Congo renfermant 22 espèces avec 7 nouveautés; 4 espèces : *Parmelia congensis*, *Dimelæna Stanleyi*, *Myxodictyon icmadophiloides* et *Crocynia Leopoldi*; et 3 variétés : *Usnea strigosa* f. *Ledienii*, *Rinodina exigua* var. *congensis*, et *R. sophodes* var. *Ledienii*. Si nous passons sur la côte ouest de l'Afrique, nous trouvons une très intéressante étude des Lichens de trois îles du golfe de Guinée, San Thomé, du Prince et des Chèvres (1). Les Lichens de la Guinée étaient à peine connus; M. Nylander en a publié deux très courtes listes dans les années 1862 et 1863 du *Flora* de Ratisbonne. Mais M. Müller en 1886, et M. Newton en 1889, explorèrent l'un l'île San Thomé, et l'autre celle du Prince. Les Lichens qu'ils en rapportèrent furent déterminés par M. Nylander et publiés par lui; ceux de San Thomé, en 1886, dans le *Flora* et dans le *Bulletin de la société Brotero* à Coïmbre; ceux des îles du Prince et des Chèvres parurent en 1888 dans ce dernier recueil seulement. De nouvelles récoltes furent faites, en 1887, dans l'île San Thomé par MM. Newton et Quintas, et en 1888 dans l'île du Prince, par M. Quintas seul. Ces collections contiennent d'assez nombreux Lichens saxicoles, pris sur les roches volcaniques qui forment le fond du sol de ces îles. M. Nylander, désireux de bien faire connaître la végétation lichénique de ces îles, a fondu ensemble ces 4 collections, et il a obtenu ainsi un total de 129 espèces. Vingt-huit de ces Lichens, c'est-à-dire un peu plus du cinquième, végètent également en Europe. Les tribus qui fournissent le plus d'espèces sont celle des Lecano-Lecidés qui en a 40, dont 7 communes avec l'Europe, et celle des Graphidés avec 30 espèces, dont 3 seulement sont européennes. Les espèces nouvelles des deux dernières collections sont au nombre de 21, et elles se décomposent en 3 *Lecanora*, 9 *Lecidea*, 2 *Graphis*, 6 *Verrucaria* et 1 variété de *Lecanactis*. Dans la première collection de San Thomé, on en trouve 20, et 4 dans la première des îles du Prince et des Chèvres, sans compter quelques variétés, ce qui donne 45 espèces nouvelles sur ce total de 129. M. Nylander, dans une note de la page 46, fait remarquer avec raison que j'ai eu tort, l'année dernière (2), d'attribuer à M. Müller la découverte de la fructification de l'*Heterina tortuosa*. Dès l'année 1874, *Flora*, page 70, M. Nylander avait décrit les spores de ce Lichen.

Pour l'Amérique du Nord, il faut ajouter aux *Lichenes Freti Behringii* de M. Nylander, le *Platysma Richardsoni* (Hook.), récolté à Port-Clarence par M. Almquist. Le Dr Jules Roell a exploré la côte occidentale de cette partie du monde, les Monts Rocheux, le territoire de Washington et l'île de Vancouver, et en a rapporté 81 lichens que M. Müller a déterminés (3). Ce sont les espèces à thalle fruticuleux et foliacé qui dominent dans cette collection,

(1) W. Nylander : *Lichenes insularum Guineensium*. Parisiis, 1889.
(2) *Revue générale de Botanique*, t. I, p. 400.
(3) J. Müller : *Lichenes Orogonenses in Rocky Mountains, Washington Territory, insula Vancouver et territoris vicinis Americæ occidentalis a cl. dre Julio Roell anno præterlapso lecti et a cl. dre Dieck communicati* (Flora 1889).

car on en compte 60. Les *Cadonia*, au nombre de 15, sont le genre le mieux représenté. Une seule variété est nouvelle, *Leptogium corniculatum* var. *barbatum*. M. Muller réunit, sous le nom de *Leptogium corniculatum* Minks, le *L. palmatum* Mont. et l'*Obryzum corniculatum* Nyl., tandis que M. Nylander sépare ces 2 espèces au point qu'il rejette la seconde dans les Pyrenocarpés.

La Floride et la Californie ont fourni cette année quelques bonnes espèces, qui ont été nommées et décrites par M. Nylander. Le Dr Eckfeldt (1) en a publié 5 de la Floride, *Lecidea floridensis*, *Stigmatidium inscriptum*, *Arthonia albo-virescens*, *Graphis abaphoides* et *Gr. subvirginalis* récoltées par lui et M. Calkins, et 1 de la Californie, *Heppia omphaliza*, recueillie par M. Palmer. M. Nylander, dans un des appendices de ses *Lichen. ins. Guineens.*, a reproduit ses propres déterminations et y a ajouté : *Lecidea carneo-albens*, *L. mesophæa*, *Graphis subparilis*, *Gr. subfulgurata*, *Gr. interversa*, *Gr. turbulenta*, *Platygrapha subattingens* et *Verrucaria subpunctiformis*, de la Floride, ainsi que *Stigmatidium compunctulum*, de l'île Hawaï. En descendant vers l'Amérique du Sud, signalons 1 espèce de l'île Saint-Jean, *Mycoporellum ellipticum*, décrite par M. Müller. Avec cet auteur nous entrons dans le Brésil. Nous trouvons d'abord dans ses *Contrib. Lichénol.* déjà citées trois espèces nouvelles pour ce pays : *Heteromyces rubescens*, *Parmelia Uleana* et *Lecidea pallens*. Vient ensuite une collection de Lichens, tous saxicoles, récoltés par M. Glaziou aux environs de Rio-Janeiro, et principalement sur les pentes d'une montagne voisine de cette ville (2). Toutes les espèces saxicoles indiquées par le Dr Krempelhuber dans ses *Lichenes Brasilienses* parus en 1876, s'y sont retrouvées. On voit ensuite dans le travail de M. Müller 29 espèces, qui n'avaient pas été récoltées dans la province de Rio-de-Janeiro, et qu'il se contente d'énumérer, puis il donne la description de 30 espèces dont 28 sont des nouveautés. Parmi celles-ci, une est à thalle foliacé, *Parmelia Glaziovii*; les autres ont des thalles crustacés et appartiennent principalement aux *Lecanora* et *Lecidea*; on n'y voit que deux Graphidés, *Opegrapha farinulenta* et *Graphis consanguinea*. Une des déterminations des espèces déjà anciennes, qui n'avaient pas encore été trouvées dans le Brésil, a été corrigée par M. Müller dans le *Flora*; au lieu de *Lecidea subspilota*, il faut lire *L. tessellina*. Un autre Mémoire du même auteur (3) est entièrement consacré aux Lichens épiphylles. Toutes les espèces nouvelles de ce travail proviennent du Brésil, et elles y ont été récoltées et par M. Glaziou, aux environs de Rio-de-Janeiro, ou par M. Puiggari, dans les provinces méridionales. M. Müller justifie le titre qu'il a adopté, car tout est nouveau dans son opuscule, ou bien il décrit des espèces inconnues, ou bien il fait entrer des espèces déjà anciennes dans des genres qu'il crée. Le nombre de ces Lichens épiphylles est de 82; 43 sont nouveaux et les 39 autres sont seulement placés dans un genre nouveau. Ces derniers genres sont : *Calenia*, anagramme de *Lecania*, avec trois espèces nouvelles; *Tapellaria*, également anagramme de *Patellaria*, qui n'en a qu'une; *Asterothyrium*, à cause de la

(1) *Bulletin of the Torrey botanical Club*, t. XVI. New-York.

(2) J. Müller : *Lichenes Sebastianopolitani lecti a cl. dre Glaziou* (N. Giorn. botan. italian., 1889).

(3) J. Müller : *Lichenes epiphylli novi*. Genève, 1890.

déhiscence du disque qui s'opère en forme d'étoile, 2 espèces nouvelles; *Arthoniopsis*, 2 espèces nouvelles et 7 anciennes de différentes régions; ces dernières étaient autrefois des *Arthonia; Chroodiscus*, 8 espèces nouvelles, et 2 mises auparavant dans les *Platygrapha; Rotula*, avec 7 espèces qui étaient aussi des *Platygrapha; Opegraphella*, 2 espèces enlevées aux *Opegrapha;* enfin *Phylloporina*, genre divisé en 3 sections et contenant 21 espèces de différents pays, prises dans les *Porina* et *Verrucaria*. Les genres déjà connus qui ont des espèces nouvelles sont : *Lecania*, 1 espèce; *Myxodictyon*, 1 espèce; *Patellaria*, 18 espèces; *Lecidea*, 1 espèce; *Heterothecium*, 4 espèces; *Lopadium*. 4 espèces; *Biatorinopsis*, 4 espèces et enfin *Cœnogonium*, 1 espèce. M. Nylander, *Lich. ins. Guineens.*, décrit aussi un Lichen du Brésil, *Graphis subnitida*. Pour une contrée voisine, le Paraguay, nous trouvons une espèce nouvelle, *Pertusaria paraguayensis* récoltée par M. Lorentz et décrite par M. Müller dans le *Flora*. En descendant vers les terres australes, nous rencontrons 2 espèces de la République Argentine, également décrites par M. Müller dans ses *Contrib. Lichénol.* du *Flora* : *Psorotichia argentinica* et *Calliposma pulverulentum*, ainsi que 2 formes ou variétés, *Peltigera polydactyla* var. *microcarpa* f. *cephalodiigera* et *Callopisma floridanum* var. *nigrescens*. En dehors des espèces que nous venons de citer pour le Paraguay et la République Argentine, M. Müller présente l'étude d'une collection faite par M. le D^r^ Lorentz dans ces 2 régions et principalement dans le sud de la République Argentine (1). La région explorée par M. Lorentz est toute différente de celle qu'il parcourut en 1872-74, en compagnie de M. Hieronymus. Les Lichens rapportés de ce premier voyage ont été déterminés par Krempelhuber, puis corrigés par M. Müller. La collection qui nous occupe ne ressemble guère à celle qui passa par les mains de Krempelhuber; les Lichens communs aux 2 collections sont rares, et des espèces nouvelles de ce dernier, on ne peut citer que *Parmelia Uruguensis*, qui se soit retrouvé dans les Lichens de M. Lorentz. Ces derniers se composent de 52 espèces, dont 8 sont nouvelles, ainsi que 4 variétés. Les espèces nouvelles sont *Parmelia sorediantha; Placodium Lorentzii* et *Pl. subglobosum; Catolechia tabacina; Rinodina argentiniana, R. subquamosa* et *R. conspersa;* enfin *Buellia cretacea*. En parcourant la liste de ces Lichens, on voit que la contrée explorée est plus froide que celle qui a été précédemment visitée, car au lieu de 8 *Graphis* qui se trouvent dans cette dernière, on n'en voit qu'un seul dans le mémoire de M. Müller. Les collections, riches en espèces nouvelles, que MM. Spegazzini et Hariot ont rapportées de la Patagonie et des terres Magellaniques, ont tenu l'attention des lichénologues fixée sur ces contrées. C'est donc sans surprise que nous voyons MM. Nylander et Müller ajouter quelques espèces aux énumérations qu'ils ont précédemment données des Lichens de ces régions. M. Nylander, *Lich. ins. Guineens*, décrit 1 *Lecanora, L. erythromma*, et *Pertusaria, P. microcarpa*, des les Malouines, et M. Müller donne un genre nouveau, *Siphulastrum*, à gonidies bleuâtres, qui n'a qu'une espèce également nouvelle, *S. triste* de la Fuégie et *Pertusaria patagonica*, de la Patagonie. Ces deux Lichens appar-

(1) J. Müller : *Lichenes argentinienses a cl. d^re^ Lorentz in Argentinia australi seu patagonica et prope Conceptionem lecti, additis nonnullis in Paraguay prope Assumpcion ab eodem lectis* (Flora 1889).

tiennent aux collections de Spegazzini, tandis que ceux de M. Nylander ont été récoltés par Lechler. C'est dans le *Flora* de 1855 que le savant lichénologue a donné une liste des récoltes de cet explorateur dans le sud de l'Amérique. C'est pourquoi encore, M. le Dr Jatta a eu raison de publier une liste des Lichens recueillis en 1882 par une expédition italienne dans la Patagonie (1). Ces espèces ayant été déterminées par M. Müller, il est facile de les comparer avec celles de Spegazzini. Les espèces de M. Jatta, toutes à thalle fruticuleux ou foliacé, sont au nombre de 33; la 34e, à thalle crustacé, est un Lichen communiqué par M. Arnold. Sur ce nombre 10 sont communes avec la liste de M. Müller, et 7, avec celle de M. Nylander. La tribu dominante est, comme on le voit ordinairement dans les terres australes, celle des Stictés : il y a 5 *Stictina* dont 1 nouvelle, *S. Otawayensis* et 7 *Sticta*.

En Océanie, M. Müller corrige deux déterminations de l'île de Mindanao, faisant partie de l'archipel des Philippines : *Usnea chrysopoga* Stein devient *Us. barbata* var. *xanthopoga* Müll. Arg. ou *Us. xanthopoga* Nyl.; *Us. Schadenbergiana* Göpp. et Stein n'est autre chose que *Us. straminea* Muell, Argov., nom plus ancien. M. Stein de son côté décrit un Lichen nouveau de la même île, *Psorothecium Schadenbergianum*, récolté en 1883 par M. le Dr Schadenberg. M. Müller signale une variété nouvelle, *microcarpoides*, de *Stereocaulon ramulosum*, récoltée dans une île vers l'archipel Fidji et la Nouvelle-Zélande. Pour cette dernière île, M. Nylander ajoute à sa nombreuse énumération de l'année dernière *Lecanora subparellina*, qu'il avait compris autrefois sous son *Lecanora parellina*. Le Dr Stizenberger (2) donne la liste des Lichens, récoltés dans la Nouvelle-Zélande par M. Knight, qui ont été publiés dans les *Exsiccata* de MM. Arnold, Zwackh et Lojka. Ces Lichens sont au nombre de 21; 20 ont été déterminés par M. Nylander et font partie de son ouvrage sur la Nouvelle-Zélande; le 21e, *Lecanora argillacea* Knight, n'est qu'une mauvaise forme du *L. rhodomma* Nyl. Deux autres *Lecanora*, *L. continua* et *L. Hartmanni* de Knight, publiés dans ces *Exsiccata*, appartiennent à l'Australie. La Nouvelle-Guinée a présenté quelques espèces nouvelles à M. Müller (*Contrib. Lichénol.*) : *Sticta leucophylla*, à la suite de laquelle il énumère quelques autres Lichens de la même île; *Anzia Gregoriana* et *A. hypololeuca*, récoltées par sir Mac Gregor. On voit que M. Müller adopte le genre *Anzia*, proposé par M. Stizenberger dans le *Flora* de 1862, et qui est pour M. Nylander une section des *Parmelia*. Il énumère les espèces, au nombre de 8, qu'il regarde comme appartenant à ce genre; il oublie cependant de citer *Parmelia leucobatoides* Nyl., du Yunnan. Enfin M. Müller énumère une petite collection des îles Sandwich (3) du Dr Hildebrand, composée d'espèces à thalle foliacé ou fruticuleux, et dont une seule est nouvelle, *Leptogium mesotropum*. On y remarque aussi 2 formes qui n'avaient pas encore été observées.

Abbé Hue.

(1) A. Jatta : *Licheni patagonici raccolti nelle* 1882 *dalla nave italiana Caracciolo* (N. Giorn. bot. ital., 1890).

(2) F. Stizenberger : *Neuseeländische Lichenen in allgemeiner zugänglichen Exsiccatenwerken* (Flora 1889).

(3) J. Müller : *Lichenes Sandwicenses a Dre Hildebrand lecti et a Prof. Askenasy communicati* (Flora 1889).

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGETALE

PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890

La Revue a déjà rendu compte des travaux de M. VERMINSKI et de M. WAKKER ; on se souvient que ces auteurs concluent de leurs observations, que les grains d'aleurone ne se forment pas au sein du protoplasma, mais dans les vacuoles lorsque la graine se dessèche en mûrissant. Les grains d'aleurone ne seraient d'après eux que des vacuoles desséchées. M. Franz LUDTKE (1), vient de publier un travail dont les conclusions sont différentes. Après avoir examiné la forme et les réactions chimiques des grains d'aleurone dans un grand nombre de familles, l'auteur en arrive à étudier l'origine des grains d'aleurone, à discuter les idées et à contrôler les expériences de ses prédécesseurs. M. Verminski et M. Wakker avaient provoqué la formation des grains d'aleurone dans une graine qui n'en présentait pas encore en déshydratant cette graine ; en rendant l'eau ils avaient fait disparaître les grains d'aleurone. M. Ludtke, qui a essayé de reproduire ces expériences, n'a pu y parvenir ; il a toujours vu les cristalloïdes et les globoïdes insolubles dans l'eau et disparaître seulement au moment de la germination de la graine. M. Ludtke s'en tient donc aux idées classiques de M. Pfeffer et considère les grains d'aleurone comme de simples dérivés du protoplasma. Il est fâcheux que sur une question aussi importante la science ne soit pas fixée d'une façon définitive.

En étudiant la formation des cystolithes du *Ficus elastica*, M. GIESENHAGEN (2) apporte un nouvel argument en faveur de l'accroissement de la membrane par apposition. Il a observé que le pédoncule de ces cystolithes était formé de couches de cellulose semblables entre elles et qui étaient venues s'emboîter les unes dans les autres. Le corps du cystolithe est aussi formé de couches de cellulose superposées, mais entre ces couches et dans les petits canaux qui se dirigent de la périphérie du cystolithe vers son point d'insertion sur le pédoncule, il s'est déposé du calcaire qui masque la cellulose.

M. ZACHARIAS (3) a aussi étudié l'accroissement de la membrane dans un cas très particulier. En isolant du reste d'une tige de *Chara fœtida* un nœud portant un poil radical, l'auteur a remarqué que vers l'extrémité du poil

(1) Franz Ludtke : *Beiträge zur kenntniss ber Aleuronkörner* (Jahrbücher fur wissenschaftliche Botanik, t. XXI, p. 63).

(2) Giesenhagen : *Das Wachsthum der Cystolithen von Ficus elastica* (Flora, t. LXXIII, p. 1).

(3) E. Zacharias : *Ueber Entstehung und Wachsthum der Zellhaut* (Jahrbücher fur wissenschaftliche Botanik, t. XX, p. 107).

la membrane s'épaissit rapidement. En quelques heures on peut suivre sous le microscope la formation, aux dépens du protoplasma, d'un épaississement considérable de la paroi cellulosique. Au sein du protoplasma on voit se former de petits granules de cellulose qui augmentent en nombre, grossissent et finissent par se souder entre eux de façon à former une véritable couche de cellulose.

Le travail de M. Lecomte (1) sur le liber des Angiospermes nous fait aussi connaître plusieurs points intéressants de l'histoire de la membrane cellulaire. Après avoir fait une étude très complète de la répartition et de la forme des différents éléments du liber dans un grand nombre d'espèces, l'auteur décrit le mode de formation des cribles dans les parois transversales des tubes criblés.

La membrane destinée à devenir un crible est d'abord, comme toutes les membranes jeunes, constituée par une substance azotée qui ne présente pas les réactions de la cellulose ; bientôt cette cloison se transforme en cellulose, mais dans certaines régions seulement ; la cellulose se forme suivant des filaments entrecroisés qui limitent des mailles polygonales, ces mailles étant précisément les ponctuations des futurs cribles. Les parties cellulosiques sont recouvertes sur leurs deux faces par la substance azotée qui constituait seule la cloison primitive. Les mailles qui sont circonscrites par les filaments de cellulose restent formées de matière azotée et sont beaucoup plus minces que les parties cellulosiques.

Le contenu de deux tubes séparés par une pareille membrane diffuse à travers la partie non cellulosique de la cloison transversale et des échanges considérables peuvent se produire ainsi entre deux tubes. Bientôt la substance même des mailles se confond avec les substances azotées qui passent d'un tube criblé à l'autre. A ce moment, chaque maille peut être considérée comme perforée. Le crible peut alors livrer passage, non seulement à des matières liquides, mais encore au protoplasma pariétal qui se trouve dans les tubes.

Telle est la façon dont les tubes criblés se forment dans la Courge, prise comme exemple d'Angiospermes ; mais la série des transformations du crible peut s'arrêter un peu plus tôt. C'est ainsi que chez les Gymnospermes et un bon nombre d'Angiospermes, les cribles ne se perforent pas ; les mailles, toujours constituées par une substance azotée, sont seulement des points privilégiés offrant aux échanges osmotiques d'un tube à l'autre un terrain plus favorable que le reste de la membrane.

Pour M. Lecomte, un tube criblé est donc une cellule présentant d'abord les mêmes caractères qu'une cellule de parenchyme, mais qui subit une différenciation ultérieure plus grande. Entre une cellule de parenchyme ordinaire et le tube criblé le plus compliqué, M. Lecomte montre tous les intermédiaires.

Voyons maintenant de quelle façon l'auteur explique la formation du

(1) Henri Lecomte : *Contribution à l'étude du liber des Angiospermes* (Annales des sciences naturelles, 7e série, Bot. t. X, p. 193).

cal, cette matière qui à un moment donné bouche les perforations du crible. Le réseau de cellulose qui limite les mailles d'un crible est recouvert d'une mince couche de substance provenant, avons-nous vu, de la membrane primitive. Ce revêtement se colore par le bleu d'aniline, c'est le premier indice du cal. Lorsque l'activité du tube se ralentit, cette couche calleuse augmente d'épaisseur et empiète bientôt sur les mailles du crible. A mesure que la substance calleuse se gonfle, les mailles sont donc rétrécies et les échanges entre les tubes deviennent moins actifs. Bientôt, les mailles sont complètement bouchées par le cal qui forme une plaque couvrant toute l'étendue du crible. Ce mode de formation du cal fait l'objet d'un des chapitres les plus intéressants et les plus originaux du travail de M. Lecomte qui apporte, on le voit, une contribution importante à la connaissance du liber des Angiospermes.

On sait, comme M. Lecomte vient encore de le montrer avec beaucoup de détail, que le liber des Angiospermes renferme, outre les tubes criblés, deux sortes de cellules : 1° Les cellules du parenchyme libérien proprement dit, qui ont une origine distincte des tubes criblés et peuvent renfermer de l'amidon; 2° les cellules annexes qui ne renferment que des matières albuminoïdes et ont la même origine que les tubes criblés avec lesquels elles peuvent communiquer par des plaques criblées.

Dans le liber des Gymnospermes on ne trouve pas de cellules ayant la même origine que les cellules annexes. M. Strasburger (1) a montré que le rôle des cellules annexes était rempli chez les Gymnospermes par des cellules ayant une origine différente. Ainsi, chez les Abiétinées, certaines cellules des rayons médullaires ont un contenu albuminoïde tout à fait semblable à celui des cellules annexes des Angiospermes et peuvent communiquer avec les tubes par des plaques criblées. Chez les Araucariées, ce sont certaines cellules du parenchyme libérien ordinaire qui jouent le rôle des cellules annexes; chez les Cupressinées et les Taxodinées, ce sont, dans certains cas, des cellules de parenchyme libérien, dans d'autres cas, en même temps des cellules de parenchyme et des cellules des rayons médullaires.

On sait que le fruit des Ombellifères renferme un certain nombre de canaux sécréteurs appelés bandelettes. Les parois de ces canaux sont tapissés dans la graine mûre par une sorte de pellicule brune qui renferme le liquide sécrété et rend la bandelette visible à l'extérieur. M. Arthur Meyer (2) a étudié la formation de cette pellicule qui joue le rôle d'une membrane sans en avoir la nature morphologique, puisqu'elle se forme dans une cavité intercellulaire dépourvue de protoplasma. Lorsque la sécrétion de l'huile est terminée, la couche périphérique du liquide sécrété se solidifie peu à

(1) Strasburger : *Der vertreterinnen der Geleitzellen in Siebtheile der Gymnospermen* (Sitzungsberichte des Koniglich. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, t. XIII, p. 707, 1890).

(2) Arthur Meyer : *Ueber Entstehung der Scheidwände in secretführenden, plasmafreien Intercellularraume der Vittæder Umbelliferen* (Botanische Zeitung, n° 21, 22, e3, 1889).

peu et forme un sac qui peut être divisé en plusieurs compartiments. Par la macération dans l'acide chromique, on peut isoler cette enveloppe qui renferme le liquide sécrété. Le rôle de cette production est évidemment de conserver le liquide sécrété après la maturation du fruit.

M. Nadelmann (1) a étudié la répartition des matières nutritives (amidon, cellulose, graisses, aleurone), dans les cotylédons et l'albumen des Légumineuses. Il a suivi la germination de plusieurs plantes de cette famille et constate que la cellulose gélifiée qui peut se trouver dans l'albumen sert bien de nourriture à la jeune plantule.

M. Reiss (2) a étudié au point de vue chimique la cellulose qui se trouve dans les albumens cornés. Cette cellulose a les mêmes propriétés microchimiques que la cellulose ordinaire, elle est soluble dans la liqueur de Schweizer et se colore en bleu par le chloro-iodure de zinc. Mais si on la décompose par un acide étendu, on trouve comme dernier terme de la décomposition non pas du glucose ordinaire, mais un sucre nouveau que l'auteur a appelé *seminose*. La cellulose qui forme la réserve des albumens cornés est donc un peu différente de la cellulose ordinaire. L'auteur étudie ensuite en détail les deux modes de digestion des albumens cornés.

Dans un travail communiqué au congrès botanique tenu à Paris en 1889, M. Guignard (3), après avoir rappelé l'état de nos connaissances sur les éléments sexuels des Phanérogames, expose le résultat de ses propres recherches; il a suivi avec beaucoup de soin la formation du noyau mâle et du noyau femelle et la manière dont ces deux noyaux s'unissent. On sait que le grain de pollen des Angiospermes renferme deux noyaux; l'un gros et rond, qui ne se divise pas et ne joue aucun rôle dans la fécondation, c'est le noyau végétatif; l'autre, plus petit et allongé en fuseau, se divise ordinairement après la germination du pollen et s'unit à l'oosphère, c'est le noyau générateur. M. Guignard a décrit ces noyaux dans le tube pollinique; à l'aide d'un mélange de fuchsine et de vert de méthyle, il a réussi a colorer le protoplasma qui entoure le noyau générateur en rouge, de façon à pouvoir le distinguer du protoplasma général du tube pollinique; ce protoplasma disparait peu à peu et ne joue aucun rôle dans la fécondation. L'auteur s'est assuré que le nombre des bâtonnets dans le noyau générateur était constant. Dans le *Lilium Martagon*, ce nombre est de 12, le même que celui qu'on observe dans la division des cellules mères du pollen.

Le noyau primaire du sac embryonnaire présente aussi 12 bâtonnets. On sait que ce noyau donne naissance par trois bipartitions successives à

(1) Nadelmann : *Ueber der Schleimendosperm der Leguminosen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, t. VII, p. 248).

(2) Reiss : *Ueber die Natur der Reservecellulose und über ihre Auflosungsweise bei der Keimung der Samen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, t. VII, p. 30).

(3) Léon Guignard : *Étude sur les phénomènes morphologiques de la fécondation* (Bulletin de la Soc. Bot. de France, t. XXXVI; actes du congrès botanique, p. 100).

8 noyaux. M. Guignard a compté 12 bâtonnets dans les quatre noyaux supérieurs (oosphère, synergydes et noyau polaire supérieur), tandis que dans les quatre noyaux inférieurs le nombre des bâtonnets est plus considérable. Il est donc bien établi que le nombre des bâtonnets est le même dans le noyau mâle et dans le noyau femelle. L'auteur a vu un seul noyau générateur du tube pollinique s'unir au noyau de l'oosphère. Il en résulte un œuf dont le noyau renferme 24 bâtonnets. Pendant la première bipartition de ce noyau le nombre des bâtonnets reste de 24, double par conséquent de ce qu'il était dans le noyau mâle et le noyau femelle. Les observations qui viennent d'être résumées ont été faites sur le *Lilium Martagon*: l'auteur les a étendues à diverses espèces appartenant aux genres : *Lilium*, *Fritillaria*, *Tulipa*, *Muscari*, *Agraphis*, *Iris*, *Alstræmeria*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Clematis* et *Viola*.

LECLERC DU SABLON.

(A suivre.)

INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES

SUR LA

TRANSPIRATION DES VÉGÉTAUX

Par M. Henri JUMELLE (1).

BOTANICA GARDEN.

Lorsqu'on fait agir sur une plante verte, à une dose convenable, un anesthésique comme l'éther ou le chloroforme, l'assimilation chlorophyllienne est suspendue. Claude Bernard le premier constata le fait, dans l'expérience suivante, qu'il décrit en ces termes : « Sous une cloche tubulée à sa partie supérieure et remplie d'eau contenant de l'acide carbonique, je place des plantes aquatiques (*Potamogeton* et *Spirogyra*) ; puis, toute la cloche étant immergée dans un grand bocal, je coiffe la tubulure de la cloche avec une éprouvette également remplie d'eau et destinée à recevoir les gaz qui seront dégagés par les plantes. Je place au soleil deux cloches ainsi disposées; seulement dans l'une d'elles j'ai placé, avec les plantes, une éponge humide imbibée d'un peu de chloroforme. Dans la première cloche, sans chloroforme, il se dégage de l'oxygène presque pur et en assez grande quantité ; dans la seconde cloche, avec chloroforme, il ne se dégage que très peu de gaz, qui est de l'acide carbonique. Si après une durée de l'épreuve suffisante pour démontrer que la chlorophylle de la plante est devenue inapte à dégager de l'oxygène, je viens à reprendre la même plante, à la bien laver à grande eau et à la replacer au soleil sous une cloche sans chloroforme, je vois reparaître sa faculté d'exhaler de l'oxygène au soleil, qui avait été momentanément suspendue (2). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Cl. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie commune aux animaux et aux plantes*, Paris, 1878.

Cette action des anesthésiques, signalée par Claude Bernard, est hors de doute et MM. Bonnier et Mangin (1) l'ont maintes fois utilisée pour étudier à la lumière la respiration seule, indépendamment de l'assimilation.

Mais la décomposition de l'acide carbonique n'est pas l'unique fonction de la chlorophylle; l'absorption des radiations lumineuses et calorifiques par la matière verte a encore pour effet d'élever la transpiration de la plante. Il y a là deux fonctions reliées entre elles par le phénomène commun qui les provoque: pour ce motif, sans doute, on a cru pouvoir étendre à l'ensemble de ces deux fonctions les résultats obtenus par Claude Bernard pour l'une d'elles, et il est admis actuellement que la transpiration chlorophyllienne est, comme l'assimilation, arrêtée par l'anesthésie.

Cependant, à notre connaissance, aucune expérience n'est venue jusqu'ici affirmer la légitimité de cette conclusion, due à une généralisation un peu hâtive. Des recherches étaient pourtant d'autant plus nécessaires qu'une telle conclusion est loin d'être évidente, *a priori*. La décomposition de l'acide carbonique est un phénomène intimement lié à la vie des plantes, cessant avec elle et ne se produisant plus en dehors du végétal; on conçoit que l'anesthésie agisse sur cette fonction. Mais la même influence ne retentit pas forcément sur la transpiration chlorophyllienne. Celle-ci, en effet, paraît être, d'après les recherches de M. Wiesner (2), un phénomène d'ordre purement physique, simplement dû à l'élévation de température produite dans la plante par les radiations qu'absorbe la chlorophylle. On sait que l'éther n'a aucune action sur l'absorption de ces radiations; et il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler qu'une solution éthérée de chlorophylle présente au spectroscope les raies noires caractéristiques de la substance verte. Les feuilles anesthésiées continuant, de la sorte, à absorber les mêmes radiations que les feuilles normales, la transpiration chlorophyllienne

(1) Bonnier et Mangin, *Recherches sur l'action chlorophyllienne séparée de la respiration* (*Annales des sciences naturelles*, 7e série, III).

(2) Wiesner, *Recherches sur l'influence de la lumière et de la chaleur rayonnante sur la transpiration* (*Annales des sciences naturelles*, 1877).

peut très bien persister alors que l'assimilation est entravée.

Déjà, à ce premier point de vue, la question méritait d'être reprise ; elle présente, en outre, un autre intérêt. Dans un précédent travail (1), nous avons montré qu'il existe entre ces deux fonctions chlorophylliennes, l'assimilation et la transpiration chlorophyllienne, une relation particulière. Quand l'assimilation chlorophyllienne des parties vertes est entravée, à la lumière, par l'absence d'acide carbonique à décomposer, l'énergie de l'action chlorophyllienne se reporte sur la transpiration, qui est notablement augmentée. Au cas où l'anesthésie n'arrêterait pas la transpiration chlorophyllienne, il est, dès lors, intéressant de rechercher si le même phénomène se reproduirait, c'est-à-dire si les radiations que continue à absorber la chlorophylle d'une feuille anesthésiée, ne pouvant plus être, comme précédemment, mais pour un autre motif, utilisées pour la décomposition de l'acide carbonique, détermineront, par contre, l'évaporation d'une plus grande quantité d'eau.

En établissant un fait nouveau, nous serions amené à contrôler, par une méthode différente, les conclusions que nous avons énoncées dans le travail déjà cité.

I

Méthode et appareil.

La dose d'anesthésique qui, sans tuer la plante, arrête l'assimilation des parties vertes est variable pour chaque espèce. Nos recherches ont donc consisté tout d'abord à déterminer cette dose pour chacune des plantes mises en expérience. Cette dose une fois connue, nous avons mesuré la quantité d'eau évaporée, dans le même temps, par une plante semblable, placée dans les mêmes conditions d'éclairement et de température, mais non soumise à l'influence de l'anesthésique. Nous avons ainsi obtenu en même temps le double résultat cherché.

(1) Henri Jumelle, *Assimilation et transpiration chlorophylliennes* (*Revue générale de Botanique*, 1889).

L'anesthésique employé a toujours été l'éther. L'action de ce corps, moins énergique, est plus facilement réglée que celle du chloroforme, dont un léger excès suffit à tuer la plante. L'éther présente un autre avantage : ses vapeurs sont rapidement absorbées par l'acide sulfurique, ce qui permet d'en débarrasser facilement, avant l'analyse, l'air qui les renferme (1).

L'appareil qui nous a servi est des plus simples, bien que sa description détaillée et celle de son fonctionnement soient forcément longues.

Deux cloches C_1 et C_2 (Pl. 24), d'égale capacité (deux litres et demi environ), reposent, dans de larges coupelles, sur le mercure. Chacune de ces cloches est percée à son sommet d'une ouverture fermée par un bouchon. A travers le bouchon de la cloche C_2 passe un tube en verre recourbé *tt,* muni d'un robinet *r*. A travers le bouchon de la cloche C_1 passe, outre un tube semblable, un tube gradué TT évasé à l'extrémité supérieure, et dont l'extrémité inférieure s'arrête à une courte distance de la surface du mercure, à l'intérieur de la cloche. C'est dans ce tube qu'est versé l'éther. Au zéro de la graduation, est un robinet R.

Les tubes *tt* de chaque cloche sont mis en communication avec des appareils à prises P_1 et P_2. On sait comment fonctionnent ces appareils. Supposons que nous voulions enlever de la cloche C_1 une certaine quantité d'air. Après avoir ajusté le tube *t* à l'appareil, nous ouvrons le robinet *r*, nous fermons r_1 et nous plaçons le robinet à trois voies r_2 dans la position indiquée en I (Pl. 24). Si nous abaissons alors la boule B comme l'indique l'appareil P_2, le mercure du réservoir A descend vers B, de façon à établir l'égalité des niveaux dans la boule et l'ampoule qui communiquent par le tube en caoutchouc. Une certaine quantité d'air de la cloche C_2 passe donc en A. Nous tournons alors le robinet r_2 dans la position indiquée en II et nous élevons la boule B telle qu'elle se trouve en P_1. L'air du réservoir A est ainsi refoulé et rejeté au dehors par le tube *ss*, ou recueilli, pour l'analyse, dans l'éprouvette E.

(1) Voir : Bonnier et Mangin, *loc. cit.*, p. 19.

Pour les expériences dont il est question ici, avant de mettre en communication les cloches et les appareils à prises, deux rameaux (F_1, F_2, pl. 24) ou deux feuilles, aussi semblables que possible, sont placés sous ces cloches, en même temps que des coupelles D, renfermant des poids connus de chlorure de calcium (1).

La communication étant alors établie entre les cloches et les appareils à prises, nous introduisons en C_1 et C_2 une même proportion d'acide carbonique. Cette même proportion est nécessaire pour permettre de comparer l'assimilation des deux plantes, dans le cas où l'assimilation de la plante anesthésiée est simplement ralentie. Il est toujours difficile d'introduire ainsi l'acide carbonique en proportions données. Nous avons utilisé, avec succès, à cet effet les appareils à prises. De la cloche C_2, par exemple, nous rejetons, comme il a été indiqué, une certaine quantité d'air, correspondant à une partie connue du volume du réservoir A. On marque sur ce réservoir le niveau n, où s'arrête le mercure. Lorsque l'air amené dans A a été rejeté, on ferme le robinet r et on place le robinet à trois voies r_2 dans la position III (Pl. 24), puis on met en communication, par le tube t_1 l'appareil à prises avec un appareil à acide carbonique, au moyen du tube x (Pl. 24, en bas, à droite).

Le robinet r_1 étant ouvert, et le robinet à trois voies étant dans la position III, il est facile de se rendre compte que l'acide carbonique passe à l'extérieur en suivant les tubes x, t_1 et s. On abaisse pendant ce temps la boule B comme il est indiqué en P_2. Aucune pression ne s'exerçant, pour le moment, à la surface du mercure du réservoir A, puisque la position du robinet à trois voies intercepte toute communication de ce réservoir avec l'extérieur, le mercure ne s'abaisse pas dans ce réservoir et ne passe pas en B. Quand, l'air ayant été chassé de l'appareil à acide carbonique, ce gaz passe pur dans les tubes t_1 et s, on amène peu à peu le robinet r_2 dans la position I. Le réservoir communique ainsi avec l'appareil à acide carbonique, et le mercure de ce réservoir

(1) L'acide sulfurique ne peut servir de corps desséchant, puisqu'il absorberait dans la cloche C_1 les vapeurs d'éther.

passe dans la boule B, de façon à rétablir l'égalité des niveaux. Quand le mercure arrive en n, on ferme le robinet r_1 et, après avoir ouvert r, on élève la boule en la remettant sur la planchette de l'appareil à prises, comme elle se trouve figurée en P_1 (Pl. 24, en haut). L'acide carbonique est ainsi refoulé dans la cloche C_2 et vient remplacer, à volume égal, l'air qui en a été retiré. Une opération analogue permet d'introduire, de même, l'acide carbonique en C_1.

Si les réservoirs des deux appareils à prises sont également calibrés, il suffit d'abaisser le mercure jusqu'au même niveau dans les deux cas, pour faire parvenir dans les deux cloches la même proportion d'acide carbonique. Dans le cas où le calibre des réservoirs n'est pas exactement le même, on détermine par une série d'expériences préalables les niveaux correspondant à un même volume.

Les rameaux F_1 et F_2 étant ainsi placés dans une atmosphère renfermant la même proportion d'acide carbonique, on anesthésie les feuilles de la cloche C_1. Pour cela, on fait écouler, goutte à goutte, dans la cloche C_1 l'éther du tube T en ouvrant avec précaution le robinet R. La graduation du tube permet de connaître exactement la quantité d'éther ainsi versée. Par des expériences répétées, on détermine alors, en comparant l'assimilation des mêmes plantes dans les cloches C_1 et C_2, la dose d'anesthésique nécessaire pour ralentir et arrêter cette assimilation.

Une précaution importante est à prendre. La tension des vapeurs d'éther en C_1 abaisse, à l'intérieur de la cloche, le niveau du mercure et pourrait même refouler de l'air vers l'extérieur. Après avoir ajouté l'acide carbonique et avant d'introduire l'éther, on enlève, au moyen de l'appareil à prises, un certain volume d'air. Le niveau du mercure monte à l'intérieur de la cloche et l'éther versé, en l'abaissant, ramène sensiblement la pression interne à la pression normale. On n'a plus à craindre, pendant l'expérience, une perte d'air qui troublerait les résultats de l'analyse. Il est tenu compte du volume de gaz enlevé.

Aussitôt après l'évaporation complète de l'éther versé dans la cloche C_1, quand le niveau du mercure ne varie plus, l'air des

deux cloches est analysé, au moyen de l'appareil de MM. Bonnier et Mangin. Une seconde analyse est faite une heure ou deux après. La comparaison des changements survenus dans la composition des atmosphères des deux cloches indique l'influence exercée sur la plante, au point de vue des échanges gazeux, par la dose d'éther qui lui a été fournie.

D'autre part, l'augmentation de poids des coupelles renfermant le chlorure de calcium permet de comparer l'intensité de la transpiration chez la plante anesthésiée et chez la plante normale (1).

Toutes ces expériences ont été faites dans l'espace de temps le plus court possible. La durée de l'expérience a en effet une grande influence : une dose d'éther, inoffensive pendant un temps donné et qui, au début, arrête seulement l'assimilation, peut tuer la plante si son action se prolonge. Une forte dose agissant pendant un temps très court est même préférable à une faible dose agissant pendant un temps plus long.

Le moment où la plante commence à souffrir est presque toujours indiqué par l'apparition de taches brunes ou noires sur les feuilles. Les feuilles qui commencent ainsi à brunir ne sont du reste pas encore mortes ; lavées à grande eau, elles peuvent de nouveau assimiler.

Cette assimilation, après lavage des feuilles anesthésiées, est, dans tous les cas, le critérium qui permet de se rendre compte de la valeur de l'expérience en prouvant que les recherches ont été faites sur un sujet vivant. Enfin, bien souvent, nous nous sommes contenté de retarder l'assimilation sans l'arrêter complètement. Le but que nous poursuivions était encore atteint dans ces conditions, puisque nous nous sommes surtout proposé de rechercher le sens dans lequel varie la transpiration quand on modifie l'assimilation au moyen des anesthésiques.

(1) Dans nos recherches précédentes (*loc. cit.*) sur la transpiration chlorophyllienne en présence ou en l'absence d'acide carbonique, le poids perdu par la plante après chaque expérience nous indiquait encore la quantité d'eau perdue par évaporation. Un tel contrôle n'est pas ici possible, car le poids de l'éther absorbé par les feuilles anesthésiées vient troubler les résultats.

II

Transpiration, à la lumière, des plantes anesthésiées.

Les expériences qui vont suivre ont été faites dans les conditions indiquées plus haut, avec l'appareil précédemment décrit. Nous les diviserons en deux séries :

1° La dose d'anesthésique employée arrête l'assimilation ou, du moins, sous son influence, la décomposition de l'acide carbonique est devenue si faible que la résultante se traduit, à la lumière, pour l'atmosphère de la cloche renfermant la plante anesthésiée, par une diminution d'oxygène et une augmentation d'acide carbonique. Dans les mêmes conditions, mais non soumise à l'éther, la plante de la seconde cloche a fait disparaître une certaine quantité d'acide carbonique et rejeté de l'oxygène.

2° La dose d'anesthésique retarde seulement l'assimilation. Dans les deux cloches, après l'expérience, de l'acide carbonique a disparu, remplacé par de l'oxygène. Mais un même poids de feuilles a décomposé moins d'acide carbonique dans la cloche renfermant de l'éther que dans l'autre.

I. *L'assimilation est arrêtée*. — Nos recherches ont porté sur le Chêne, le Charme, le Hêtre, la Pomme de terre et la Fougère.

1. *Chêne* (*Quercus Robur*). — Une série d'expériences préalables a pour but de déterminer la dose d'éther nécessaire pour arrêter l'assimilation. A cet effet, deux branches de Chêne, prises sur le même arbre, et aussi semblables que possible, sont placées sous les cloches comme nous l'avons indiqué. Si alors on laisse écouler dans la cloche C_1 trois centimètres cubes d'éther, on constate, au bout de deux heures, une diminution encore sensible d'acide carbonique à l'intérieur de la cloche. L'assimilation n'est donc pas complètement arrêtée.

Au contraire, si on verse en C_1 quatre centimètres cubes d'anesthésique et si on compare, après le même temps que précédem-

ment, les atmosphères des deux cloches, on constate dans ces atmosphères les modifications suivantes :

Dans la cloche avec éther.	Dans la cloche sans éther.
$+ CO^2 = 0,85$ pour cent.	$- CO^2 = 0,97$ pour cent.
$- O = 1,05$ id.	$+ O = 0,99$ id.

Les feuilles anesthésiées ont été lavées à grande eau et remises a assimiler dans la cloche C_2. Au bout d'une heure, l'analyse de cette cloche donnait :

$$- CO^2 = 0,30$$
$$+ O = 0,35$$

Ainsi la dose de 4 centimètres cubes d'éther versés dans une cloche de deux litres et demi environ de capacité a arrêté l'assimilation sans tuer la plante.

D'autre part, les coupelles de chlorure de calcium placées dans les deux cloches ont été pesées après l'expérience. En même temps, les feuilles qui ont servi aux recherches ont été détachées de chaque rameau et desséchées à l'étuve à 110°.

On peut ainsi constater que, en deux heures, un même poids sec de feuilles a évaporé :

Dans la cloche avec éther................ $1^{gr},475$ d'eau.
Dans la cloche sans éther................ $0^{gr},710$ —

La dose d'éther qui arrête l'assimilation n'a donc pas, dans ce cas, ralenti la transpiration ; bien au contraire, elle l'a notablement augmentée.

2. *Charme* (*Carpinus Betulus*). — Une série d'expériences faites comme les précédentes montre que les feuilles de Charme exigent, pour être anesthésiées, la même dose d'éther que les feuilles de Chêne.

En faisant agir cette dose, on trouve que, après deux heures d'expérience, l'atmosphère des cloches présente par rapport à l'atmosphère initiale les différences suivantes :

Avec éther.	Sans éther.
$+ CO^2 = 2,00$	$- CO^2 = 0,69$
$- O = 2,40$	$+ O = 0,80$

Les feuilles anesthésiées ont recommencé, après lavage, à décomposer l'acide carbonique.

Pendant ces deux heures d'expérience, les feuilles avaient évaporé, pour un même poids sec :

Dans la cloche avec éther................	0gr,705 d'eau.
Dans la cloche sans éther................	0gr,550 —

Le résultat est le même que précédemment.

3. *Fougère-Aigle* (*Pteris aquilina*). — 3 centimètres cubes d'éther ont suffi à arrêter l'assimilation d'une feuille de *Pteris*.

Après deux heures d'exposition au soleil, l'atmosphère des cloches était ainsi modifiée :

Avec éther.	Sans éther.
$+ CO^2 = 0,447$	$- CO^2 = 0,136$
$- O = 0,550$	$+ O = 0,103$

Après ce temps, toujours pour un même poids sec, les feuilles avaient évaporé sous les cloches :

Avec éther..............................	0gr,655 d'eau.
Sans éther..............................	0gr,550 —

La différence, bien que plus faible, est dans le même sens que pour les cas précédents.

4. *Pomme de terre* (*Solanum tuberosum*).

A la dose de 4 centimètres cubes d'éther, l'assimilation des feuilles de *Solanum tuberosum* a été momentanément arrêtée.

Pendant ce temps, un même poids de feuilles a transpiré :

Sous la cloche avec éther.................	0gr,750 d'eau.
Sous la cloche sans éther.................	0gr,520 —

Ici encore l'arrêt de l'assimilation coïncide avec une augmentation de la transpiration.

Les feuilles de Hêtre donnent les mêmes résultats.

II. *L'assimilation est ralentie.* — Mêmes espèces étudiées.

1. *Charme.* — Nous avons vu que la dose de 4 centimètres cubes d'éther arrêtait l'assimilation des feuilles de Charme. 3 centimètres cubes ne font que la ralentir. En effet, à cette dose, après une heure, on trouve dans les deux cloches une diminution d'acide carbonique. Cette diminution est moindre cepen-

dant dans la cloche renfermant l'éther que dans l'autre. On trouve, après deux heures, pour un poids sensiblement égal de feuilles :

Dans la cloche avec éther.	Dans la cloche sans éther.
$-CO^2 = 0,450$	$-CO^2 = 1,260$
$+ O = 0,540$	$+ O = 1,560$

Au bout de ce temps, les rameaux ont évaporé en eau :

Dans la cloche avec éther........................ $0^{gr},530$
Dans la cloche sans éther........................ $0^{gr},455$

Une seconde expérience analogue donne pour les quantités d'eau évaporée :

Par les feuilles anesthésiées.................... $0^{gr},550$
Par les feuilles normales........................ $0^{gr},445$

Les résultats sont donc les mêmes que dans la première série d'expériences. Ici, toutefois, la différence des quantités d'eau évaporée par les feuilles anesthésiées et normales est plus faible. Mais remarquons que cela est précisément en rapport avec une action moins énergique de l'anesthésique.

2. *Hêtre* (*Fagus silvatica*). — Les feuilles de Hêtre paraissent particulièrement sensibles aux anesthésiques : 2 centimètres cubes d'éther arrêtent l'assimilation ; $1^{cc},5$ la ralentit considérablement. En opérant à cette dernière dose, on trouve qu'un même poids de feuilles modifie ainsi, en deux heures, l'atmosphère :

Dans la cloche avec éther.	Dans la cloche sans éther.
$-CO^2 = 0,670$	$-CO^2 = 1,36$
$+ O = 0,760$	$+ O = 1,55$

Les feuilles ont évaporé, pendant ce temps, pour un même poids sec :

Dans la cloche avec éther................ $0^{gr},330$ d'eau.
Dans la cloche sans éther................ $0^{gr},280$ —

Enfin les feuilles de *Solanum tuberosum*, de *Pteris*, etc., ont fourni des résultats analogues.

Résumé. — Les deux séries d'expériences que nous venons de décrire concordent donc entre elles. Elles amènent l'une et

l'autre à cette conclusion que *lorsqu'une dose d'anesthésique, capable d'arrêter ou, au moins, de ralentir l'assimilation, agit sur une plante éclairée, les feuilles de cette plante évaporent une quantité d'eau plus grande qu'à l'état normal.*

Faut-il en conclure que la transpiration chlorophyllienne est augmentée? Les recherches précédentes ne suffisent pas à le prouver; celles qui vont suivre permettront seules de donner une réponse à cette question.

III

Transpiration, à l'obscurité, des plantes anesthésiées.

Indépendamment de l'influence particulière que peut exercer l'éther sur la transpiration chlorophyllienne, la présence de l'anesthésique peut, en effet, apporter, sous d'autres causes, dans la plante, des modifications qui agiront également sur l'évaporation de l'eau. Il est donc nécessaire de déterminer comment, sous le rapport de la transpiration, se comportera la plante à l'obscurité quand, dans ces conditions, on fera agir la même dose d'anesthésique. Les différences observées dans les deux cas devront alors nettement être rapportées à la présence ou à l'absence des radiations.

Répétons donc sur les mêmes plantes, mais à l'obscurité, les expériences déjà décrites, en faisant agir les doses d'éther dont l'influence, à la lumière, nous est connue.

1. *Chêne.* — Sous les cloches C_1 et C_2, recouvertes de papier noir, nous avons placé deux branches de Chêne, et à côté d'elles, comme précédemment, deux coupelles remplies de chlorure de calcium, puis dans la cloche C_1 nous avons fait écouler 4 centimètres cubes d'éther.

Au bout de deux heures, les feuilles avaient transpiré, pour un même poids sec :

Dans la cloche avec éther................	0^{gr},070 d'eau.
Dans la cloche sans éther................	0^{gr},140 —

La présence de l'éther a eu, ici, un effet inverse de celui que nous avons observé à la lumière.

2. *Pomme de terre.* — A la dose de 4 centimètres cubes d'éther, l'assimilation, à la lumière, est arrêtée.

Pour cette même dose, nous avons trouvé qu'un même poids de feuilles a évaporé, à l'obscurité :

1re expérience, ayant duré une heure...	Avec éther...	0gr,070
	Sans éther...	0gr,115
2me expérience, ayant duré une heure...	Avec éther...	0gr,065
	Sans éther...	0gr,125
3me expérience, ayant duré deux heures.	Avec éther...	0gr,200
	Sans éther...	0gr,395

Comme pour les feuilles de Chêne, la quantité d'eau évaporée en l'absence d'éther est sensiblement double de la quantité évaporée en présence de l'anesthésique.

3. *Pteris aquilina.* — 3 centimètres cubes d'éther, à la lumière, arrêtent l'assimilation d'une feuille de *Pteris*.

En faisant agir cette dose à l'obscurité, nous avons trouvé que, en deux heures, un même poids de feuilles a transpiré :

Dans la cloche avec éther................	0gr,096 d'eau.
Dans la cloche sans éther................	0gr,145 —

C'est le résultat déjà obtenu avec les feuilles de Chêne et de Pomme de terre.

4. *Hêtre.* — Nous avons fourni aux feuilles de Hêtre 1cc,5 d'éther, qui, à la lumière, ne fait que ralentir l'assimilation.

Dans ces conditions, à l'obscurité, un même poids de feuilles a transpiré :

1re expérience, ayant duré une heure...	Avec éther...	0gr,110
	Sans éther...	0gr,165
2me expérience, ayant duré deux heures.	Avec éther...	0gr,230
	Sans éther...	0gr,335

Il est à remarquer que la différence d'évaporation est un peu moindre que précédemment, dans le cas où la dose d'éther, à la lumière, arrêtait, au lieu de la ralentir simplement, l'assimilation chloro-phyllienne. Cette différence reste cependant des plus sensibles, et toujours dans le même sens.

Avec les feuilles de Charme, nous avons obtenu des différences analogues.

D'où il résulte que, contrairement à ce qui se passe à la lumière :

A l'obscurité, l'action de l'éther sur la plante anesthésiée a pour effet de diminuer la transpiration.

CONCLUSIONS

Ainsi, une même dose d'éther agit différemment sur la transpiration de la plante, à la lumière, et à l'obscurité : elle l'augmente dans le premier cas, elle la ralentit dans le second.

Nous devons reconnaître qu'il nous est, pour le moment, impossible de donner la cause de ce ralentissement de la transpiration à l'obscurité. La loi du mélange des gaz et des vapeurs empêche d'admettre un seul instant que la tension des vapeurs d'éther retarde l'évaporation de l'eau, et il est, d'ailleurs, facile de s'assurer en remplaçant, sous les cloches, les plantes par des coupelles remplies d'eau, que l'évaporation n'est nullement modifiée par la présence de l'éther.

Quelle que soit sa cause, ce ralentissement à l'obscurité nous permet de conclure que *l'augmentation à la lumière, de la transpiration de la plante anesthésiée est bien due à l'influence de l'éther sur les corps chlorophylliens puisque, à l'obscurité, c'est-à-dire quand l'action de l'anesthésique sur ces corps ne peut se manifester, la transpiration de la même plante non seulement n'est plus augmentée, mais même est considérablement diminuée.*

Donc, quand on fait agir sur une plante verte, à la lumière, une dose d'anesthésique qui arrête ou ralentit l'assimilation, il y a évaporation par la plante d'une plus grande quantité d'eau, et cet accroissement d'évaporation est dû à l'accélération de la transpiration chlorophyllienne.

L'accélération est même plus grande qu'il peut le paraître au premier abord par l'examen des résultats obtenus dans les

expériences à la lumière ; en effet, avant que, dans ces expériences, la transpiration de la plante anesthésiée égale celle de la plante normale, il faut déjà que la transpiration chlorophyllienne vienne compenser la diminution d'évaporation due d'autre part à l'influence de l'éther sur le protoplasma ; car il est vraisemblable que cette influence, quoique masquée, s'exerce en présence, comme en l'absence, des rayons lumineux.

Quant à cette coïncidence de l'augmentation de la transpiration avec une diminution de l'assimilation, rappelons que nous l'avons déjà obtenue lorsque, dans des recherches précédentes, nous avons entravé l'assimilation chlorophyllienne, privant la plante d'acide carbonique à décomposer, à la lumière.

La même explication satisfait évidemment aux deux cas. Les radiations absorbées par la chlorophylle sont à l'état normal employées d'une part à la décomposition de l'acide carbonique, et de l'autre à l'évaporation d'une certaine quantité d'eau, mais :

Quand, par un moyen quelconque, on arrête l'assimilation sans supprimer l'absorption des radiations par la chlorophylle, toute l'énergie de ces radiations se reporte sur la transpiration et l'accélère.

Le résultat est le même, soit qu'on suspende la fonction assimilatrice dans ses effets, en la privant d'acide carbonique à décomposer, soit qu'on arrête la fonction elle-même, par l'anesthésie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 24.

La planche 24 représente les deux appareils servant aux expériences comparées.

L'appareil figuré en haut de la planche est celui qui sert à l'action des anesthésiques. Il est représenté au moment où cet appareil est en expérience.

L'appareil figuré en bas est celui qui sert d'appareil témoin sans anesthésique. Il est représenté au moment où on va remplir la cloche d'une certaine quantité d'acide carbonique.

I, II, III, position du robinet à 3 voies r_2.

P_1, P_2, appareil à prise.

C_1, C_2, cloche où l'on met en expérience les rameaux comparables F_1, F_2.

T, T, tube gradué à robinet R, par où on introduit une certaine proportion d'éther dans la cloche C_1.

t, t, r, r_1 t_1, t_1, tubes et robinets de communication.

r_2, robinet à trois voies.

A, A, réservoirs des appareils à prises P_1 et P_2.

x, tube mettant en communication un appareil à acide carbonique avec l'appareil à prises.

D, coupelle renfermant du chlorure de calcium en morceaux.

E, éprouvette pour recueillir les gaz.

s, s, tube de dégagement.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES HYBRIDES

Par M. Marcel BRANDZA (1)

Tous les botanistes qui se sont occupés de l'étude des hybrides se sont contentés, jusqu'à présent, d'examiner leur morphologie externe. On ne s'est jamais demandé de quelle manière les caractères tirés de la structure se transmettent dans l'hybride. J'ai déjà montré, dans cet ordre d'idées, que l'*Æsculus rubicundo-flava* (2), hybride entre l'*Æsculus rubicunda* et le *Pavia flava*, présentait, dans tous les organes, un mélange de caractères anatomiques particuliers à chacune des deux plantes dont il tire son origine. Ayant eu, depuis, l'occasion d'étudier plusieurs autres exemples, je me suis proposé de réunir ensemble dans le présent travail toutes les plantes hybrides dont j'ai fait l'anatomie, afin d'arriver à des conclusions plus générales.

I. — Rosa rugoso-fimbriata Carr.

Cette plante a été obtenue par l'hybridation du *Rosa rugosa* avec un Rosier qu'on appelle *M^me^ Alfred Carrière* (3). L'espèce qui en est résultée se montre, sous le rapport de la morphologie externe, intermédiaire entre les deux plantes dont elle est issue. Ses fleurs, moins doubles que celles du Rosier M^me^ Alfred Car-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

(2) Marcel Brandza, *Recherches anatomiques sur la structure de l'hybride entre l'*Æsculus rubicunda *et le* Pavia flava (*Revue générale de Botanique*, t. II, n. 19).

(3) Je dois l'échantillon de cet hybride à l'obligeance de M. Morlet, horticulteur à Avon.

rière, sont caractérisées par une teinte rose pâle ainsi que par les dentelures que présentent ses pétales périphériques.

Les deux parents de cet hybride offrent entre eux des différences externes très importantes. Ainsi, le *Rosa rugosa* est entièrement couvert de poils et de piquants ; en outre, ses fleurs sont simples et rouges, tandis que le second parent est un *Rosa* complètement dépourvu de poils et dont les fleurs sont très doublées et blanches. Nous verrons plus loin qu'à ces différences morphologiques, correspondent, dans tous les organes, des dissemblances anatomiques bien plus importantes.

Étant donnée la structure différente de ces deux plantes, j'ai cherché de quelle manière les caractères anatomiques particuliers à chacune d'elles se fusionnent dans le produit résultant de leur hybridation.

Comme la morphologie externe montre l'hybride intermédiaire entre les deux espèces, on aurait pu s'attendre à ce qu'il en fût de même pour sa structure anatomique. Or, nous verrons, en étudiant les différents organes de ces plantes, que le résultat auquel nous sommes arrivé est tout autre et que dans sa structure *l'hybride n'est pas intermédiaire entre les deux parents, mais qu'il présente un* mélange *des caractères du père et de la mère.*

1° *Pétiole.* — Sur une coupe transversale du pétiole du *Rosa*

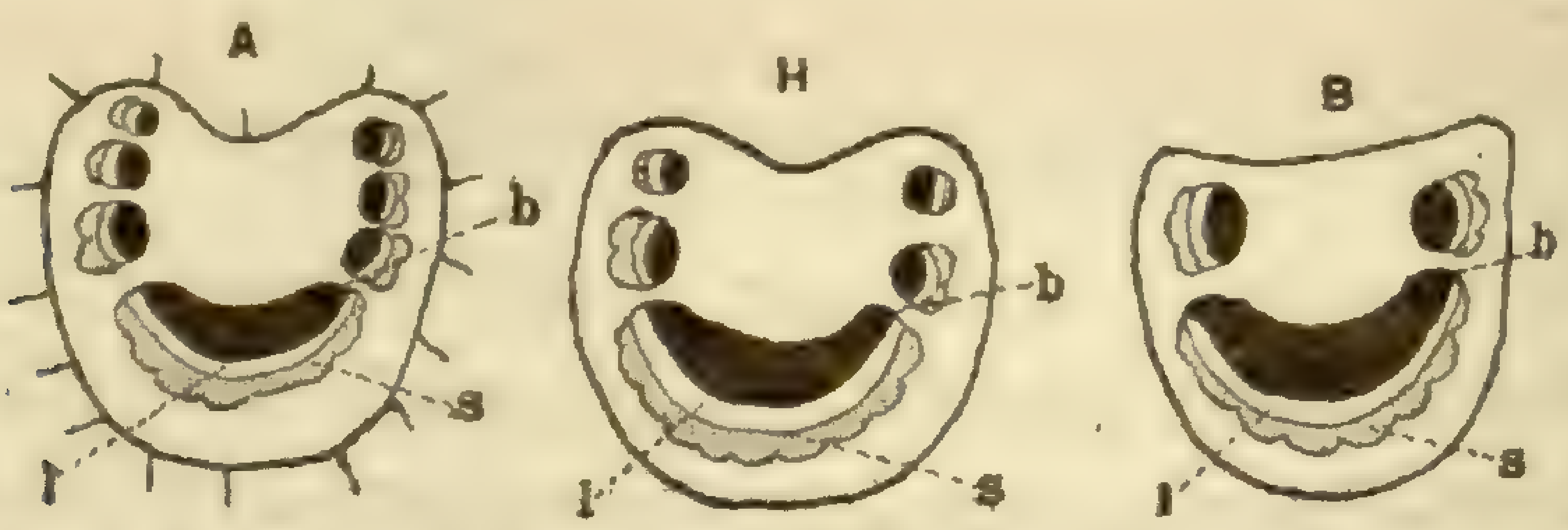


Fig. 120 à 122. — Schéma du pétiole : A, *Rosa rugosa*, avec plusieurs faisceaux de chaque côté de l'arc principal ; B, Rosier M^me^ A. Carrière, avec un seul faisceau de chaque côté de l'arc ; H, hybride, avec plusieurs faisceaux de chaque côté de l'arc, comme A. — *b*, bois ; *l*, liber ; *s*, sclérenchyme.

rugosa, on observe, au-dessous d'un épiderme dont les cellules se prolongent en poil, une écorce formée de cellules arrondies ou irrégulières et augmentant légèrement de volume de la péri-

phérie vers le centre. Les fibres péricycliques forment une bande scléreuse, interrompue de distance en distance par des cellules parenchymateuses, de manière qu'on peut compter dans ce sclérenchyme de 15 à 20 îlots de fibres. Les faisceaux vasculaires sont disposés suivant un arc largement ouvert en haut (A, fig. 120). On y distingue un faisceau central plus grand ayant la forme d'un croissant et, de chaque côté, trois faisceaux plus petits. La partie centrale de la coupe est occupée par une large moelle dont les cellules polygonales sont, à peu de chose près, toutes d'égales dimensions (A, fig. 123).

Entre le pétiole de cette plante et celui du Rosier M^{me} Alfred Carrière, il existe plusieurs différences dont la constance rend la distinction entre les deux coupes très facile.

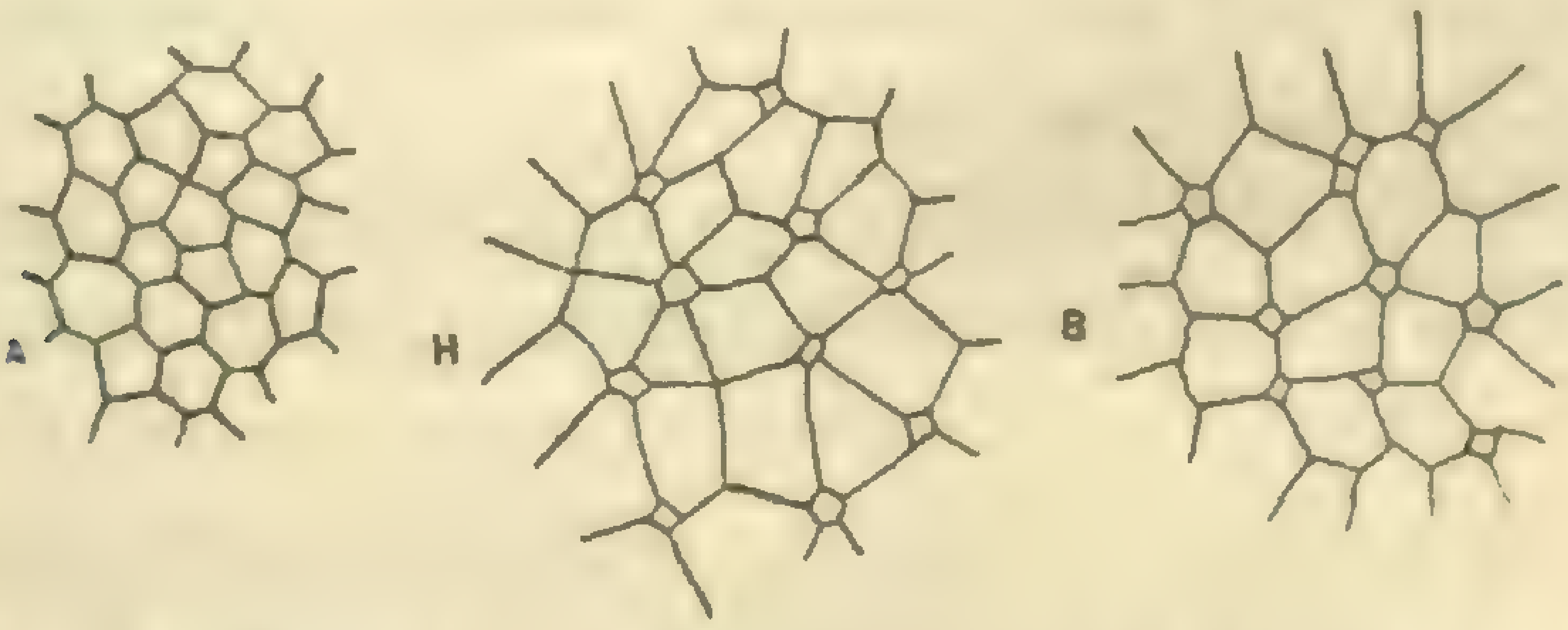


Fig. 123 à 125. — Fragments de coupes transversales de la moelle : A, *Rosa rugosa*; B, Rosier M^{me} A. Carrière ; H, hybride.

La première différence que nous constatons, c'est que dans cette dernière espèce les cellules épidermiques sont plus grandes et ne se prolongent jamais en poils.

Tandis que précédemment les cellules de l'écorce allaient en augmentant légèrement de volume de l'extérieur vers l'intérieur, ici l'écorce peut être décomposée facilement en deux zones : l'externe compte environ six assises de cellules cubiques dont les dimensions sont égales à celle de l'assise épidermique ; l'interne, qui n'a que trois assises, est formée de grandes cellules hexagonales.

La disposition des faisceaux nous montre encore d'autres différences non moins constantes. Tout d'abord, le faisceau principal médian est plus développé que précédemment (B, fig. 120) ; ensuite, de chaque côté, on ne rencontre qu'un seul faisceau plus petit.

Le sclérenchyme, quoique disposé comme dans la *Rosa rugosa*, se distingue cependant par la grande lignification de ses fibres dont les cavités cellulaires ne sont plus reconnaissables.

La moelle offre également une disposition particulière. Elle est formée de cellules de deux sortes : les unes très grandes et de formes variées, les autres, moins nombreuses, très petites et entremêlées avec les premières (B, fig. 123).

Si maintenant de l'examen de ces deux plantes on passe à celui de l'hybride, on constate à la fois, dans le pétiole de ce dernier, des caractères appartenant les uns à la première espèce, les autres à la seconde. C'est ainsi que l'épiderme, l'écorce et la moelle sont tels que nous les avons vus chez le Rosier Mme Alfred Carrière, tandis que les faisceaux présentent, par leur disposition et par leur structure, les caractères du *Rosa rugosa* (voy. H, fig. 120 et H, fig. 123).

2° *Nervures principales des folioles.* — Le *Rosa rugosa* pré-

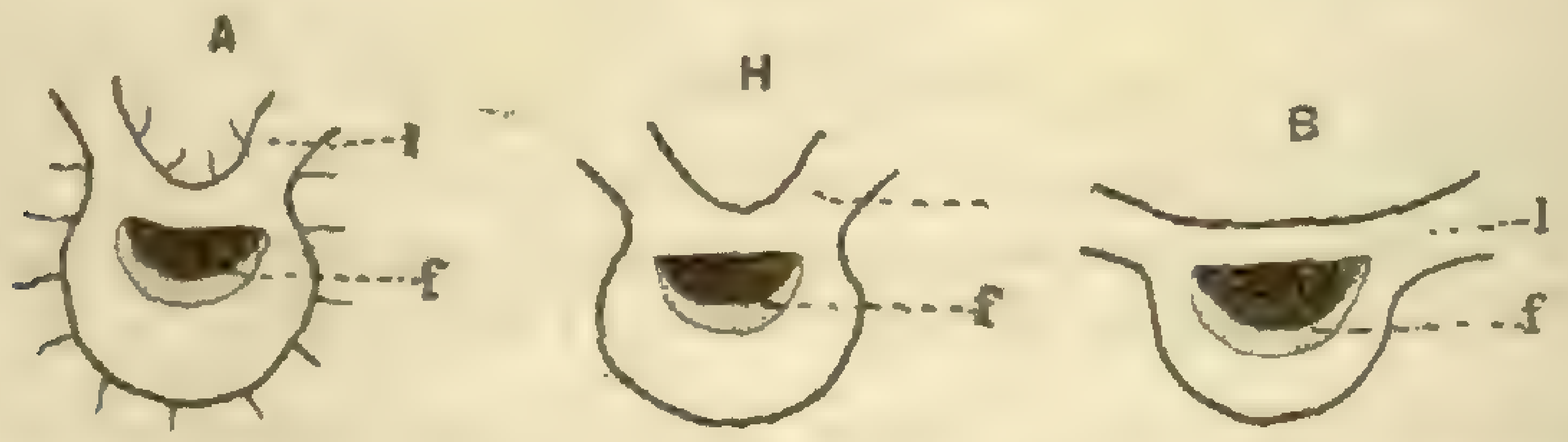


Fig. 126 à 128. — A, H, B, coupes schématiques des nervures principales des folioles : A, *Rosa rugosa* ; B, Rosier Mme A. Carrière ; H, hybride montrant les deux moitiés du limbe *l* disposées comme dans A ; *f*, faisceau.

sente encore dans l'épiderme et l'écorce de ses nervures principales une structure très semblable à celle des mêmes parties du pétiole. Les faisceaux libéro-ligneux, dépourvus de toute trace de sclérenchyme, sont réunis en un seul arc qui occupe la partie médiane de la coupe (*f*, fig. 126, A). Dans la structure du liber on constate ici une disposition particulière : les cellules libériennes sont groupées en petits îlots séparés par de grandes cellules de parenchyme libérien remplies de cristaux d'oxalate de chaux. Les deux moitiés du limbe s'insèrent presque verticalement sur la nervure principale, de manière qu'elles forment, avec cette dernière, un sillon profond.

Le Rosier Mme Alfred Carrière m'a montré quelques différences dans la structure de ses nervures principales. Ainsi, le faisceau libéro-ligneux, bien que disposé en un arc unique comme précédemment (fig. 126, B), est plus développé et présente un liber dont les cellules libériennes sont en bande continue, non intérompue par des grandes cellules parenchymateuses. En outre, les deux moitiés du limbe se réunissent horizontalement avec la nervure principale, sans former aucun sillon. Il n'y a rien a dire de l'écorce et de l'épiderme, car ces parties sont exactement semblables à celles qui leur correspondent dans le pétiole.

Dans l'hybride, les nervures principales ont une structure dans laquelle on reconnaît des caractères anatomiques particuliers à chacune des deux espèces dont il est issu. C'est ainsi que l'épiderme et l'écorce sont comme dans le Rosier Mme Alfred Carrière, tandis que le faisceau par la disposition de ses cellules libériennes en îlots que séparent de grandes cellules de parenchyme, ainsi que l'insertion presque verticale des deux moitiés du limbe avec la nervure, rappellent au contraire le *Rosa rugosa* (H, fig. 126).

3° *Limbe.* — Au-dessous d'un épiderme externe, on observe,

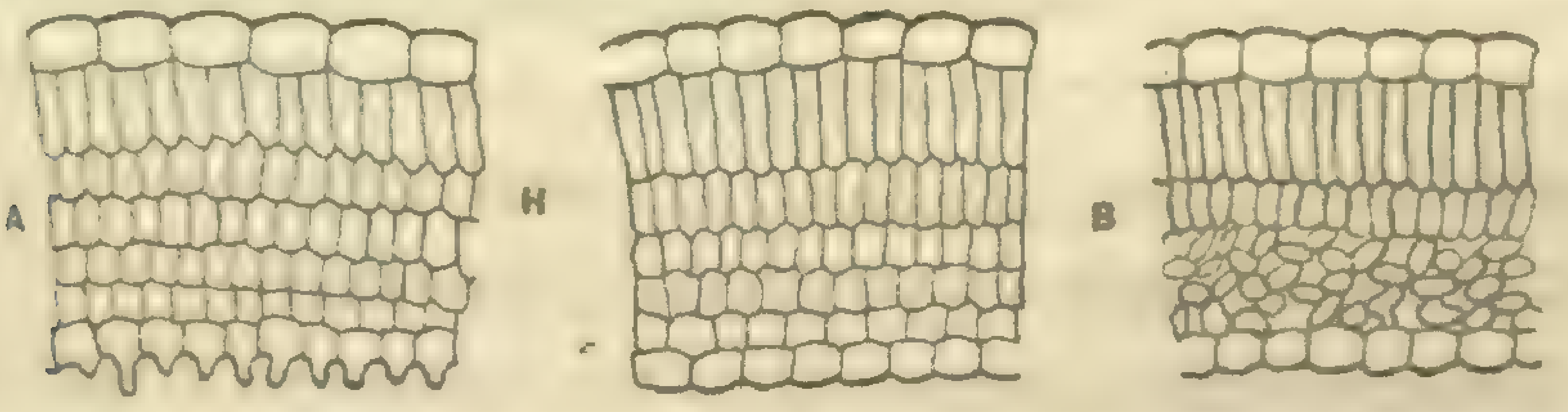


Fig. 129 à 131. — Fragments de coupes transversales du limbe de la feuille : A, *Rosa rugosa* avec un parenchyme sans lacunes et un épiderme inférieur à cellules prolongées en papilles ; B, Rosier Mme A. Carrière montrant un parenchyme lacuneux ; H, hybride montrant un parenchyme sans lacunes (comme A), et un épiderme inférieur à cellules non prolongées en papilles (comme B).

dans le limbe du *Rosa rugosa*, un parenchyme dont l'assise la plus externe a ses cellules en palissade (A, fig. 129). Les trois assises suivantes sont formées de cellules polyédriques ne laissant aucun méat entre elles. Le limbe est limité par un épiderme interne très caractéristique par le prolongement de chacune de ses cellules en une petite papille conique.

Deux caractères essentiels distinguent le limbe du Rosier M^me Alfred Carrière de celui de l'espèce précédente. Le premier est que les cellules du parenchyme sont irrégulières et forment, au-dessous de l'assise palissadique, un tissu à larges lacunes (B, fig. 129); le second, non moins constant que le premier, est tiré de ce fait que les cellules de l'épiderme inférieur ne se prolongent jamais en papilles.

Dans l'hybride (H, fig. 129), le parenchyme du limbe est formé de cellules polyédriques sans méats entre elles comme nous l'avons vu chez la *Rosa rugosa,* mais les cellules de l'épiderme interne sont petites et ne se prolongent jamais en papilles, comme dans le Rosier M^me Alfred Carrière.

4° *Tige.* — Les faisceaux vasculaires sont différemment disposés dans les tiges des deux plantes que nous comparons; les autres parties (épiderme, écorce, moelle) restent, pour chacune d'elles, telles que nous les avons vues dans les autres organes.

Dans le *Rosa rugosa* les faisceaux de la tige sont disposés suivant une sorte de circonférence sinueuse sur laquelle ont compte de 40 jusqu'à 50 faisceaux libéro-ligneux, surmontés par autant de paquets de fibres péricycliques peu lignifiées. Entre les deux faisceaux consécutifs, on trouve une bande de tissu conjonctif.

Dans le Rosier M^me Afred Carrière les faisceaux forment un anneau libéro-ligneux continu surmonté d'un nombre considérable de paquets de fibres fortement lignifiées.

L'hybride présente dans sa tige des faisceaux disposés comme dans le *Rosa rugosa;* par contre, l'épiderme, l'écorce et la moelle ressemblent aux mêmes parties du Rosier M^me Alfred Carrière.

5° *Axe floral.* — Les faisceaux libéro-ligneux sont encore, dans l'axe floral du *Rosa rugosa*, de même que dans la tige, isolés et disposés suivant une circonférence sinueuse. Les lames de tissu conjonctif, qu'on trouve entre deux faisceaux consécutifs, sont encore plus développées que précédemment. Les fibres sont peu nombreuses.

Ce qui distingue l'axe floral du Rosier M^me^ Alfred Carrière de celui que nous avons vu chez l'espèce précédente, c'est la disposition des faisceaux qui ne restent plus isolés les uns des autres (B, fig. 132). Très souvent, ils se réunissent ensemble pour former des arcs plus grands provenant de la fusion de trois ou quatre petits faisceaux en un seul. En outre, en dehors de ce premier cercle, il existe constamment dans l'écorce quatre ou

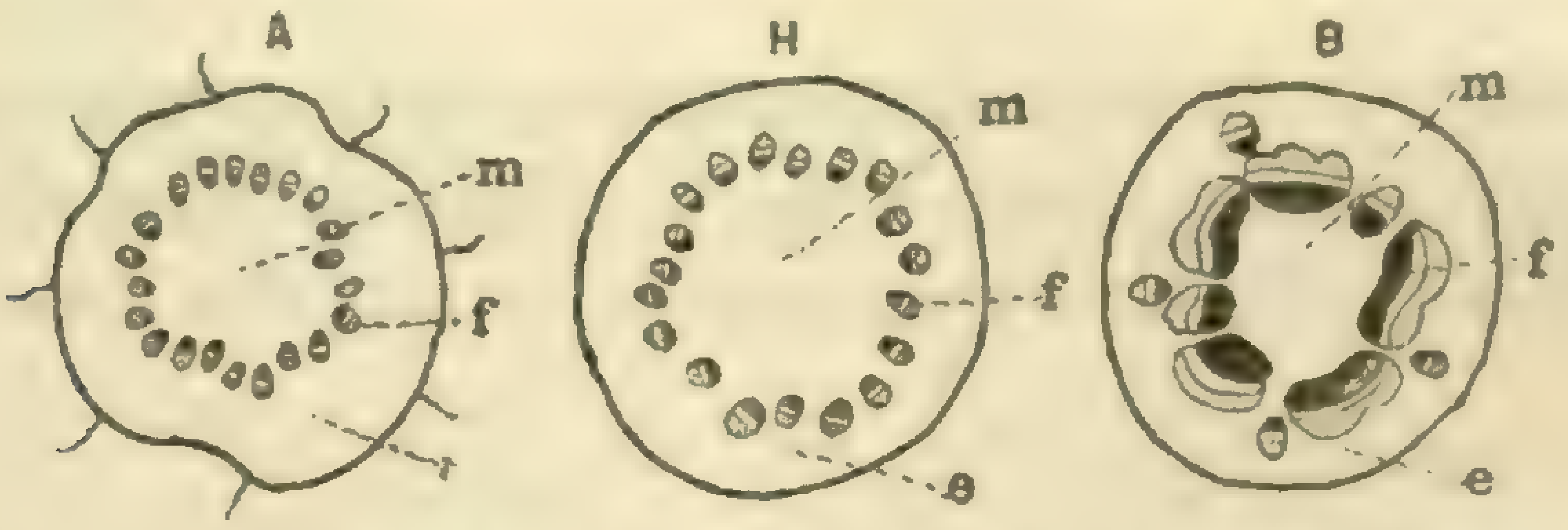


Fig. 132 à 134. — Coupes schématiques de l'axe floral : A, *Rosa rugosa*, montrant les faisceaux libres entre eux ; B, Rosier M^me^ A. Carrière, ayant les faisceaux réunis plusieurs ensemble ; H, hybride, montrant les faisceaux disposés comme dans A. — *f*, faisceaux ; *m*, moelle ; *e*, écorce.

plusieurs faisceaux. A l'extérieur de chaque faisceau, on rencontre un paquet de fibres péricycliques fortement lignifiées.

Comme dans tous les organes jusqu'ici étudiés, la transmission des caractères anatomiques des deux parents s'effectue, dans l'axe floral de l'hybride, de la même manière. C'est ainsi que les faisceaux de l'hybride sont disposés comme dans le *Rosa rugosa* (H, fig. 132), tandis que l'épiderme, l'écorce et la moelle présentent le même aspect que dans le Rosier M^me^ Alfred Carrière.

En résumé, l'étude que nous venons de faire sur l'anatomie du *Rosa rugoso-fimbriata*, hybride entre le *Rosa rugosa* et le Rosier M^me^ Alfred Carrière, nous permet d'établir les faits suivants :

1° De la comparaison entre la structure des deux parents, il résulte que *l'épiderme, l'écorce et la moelle présentent, dans les deux plantes, une constitution particulière qui reste, pour chacune d'elles, la même dans tous les organes, tandis que les faisceaux libéro-ligneux sont, dans chacune de ces deux espèces, diversement disposés d'un organe à l'autre ;*

2° L'anatomie de l'hybride, comparée à celle de ses deux parents, montre, dans tous les organes (pétiole, limbe, nervures principales des folioles, tiges, axe floral), *un mélange de caractères anatomiques particuliers aux deux parents*. C'est ainsi que *dans toutes les parties de l'hybride, l'épiderme, l'écorce et la moelle sont disposés comme dans le* Rosier M^me^ Alfred Carrière, *tandis que les faisceaux libéro-ligneux sont disposés comme dans le* Rosa rugosa.

L'hybride ne présente donc pas dans sa structure des caractères intermédiaires, mais bien une juxtaposition de caractères appartenant à chacun des deux parents

II. — Cornus tricolor.

Cette plante, ainsi nommée à cause de ses feuilles tachetées de blanc, jaune et vert, est, comme on sait, hybride entre le *Cornus alba* et le *Cornus mas*. La première de ces deux espèces se distingue de la seconde par ses feuilles plus petites et panachées. L'anatomie comparée de ces trois plantes nous a permis de constater dans l'hybride des caractères de structure le reliant à ses deux parents, mais d'une manière différente suivant les organes étudiés.

1° *Tige*. — Une coupe transversale faite dans une tige de première année du *Cornus alba* présente une forme lozangique (A, fig. 135). Au-dessous d'un épiderme à cellules prismatiques fortement cutinisées, on remarque une large écorce dont les assises les plus externes sont formées de cellules cubiques très régulièrement disposées. Par contre, les assises les plus internes de l'écorce sont formées par des cellules arrondies qui laissent entre elles de petits méats. Correspondant aux quatre angles de la tige, les cellules de l'écorce interne sont plus grandes et contiennent chacune un gros cristal d'oxalate de chaux. De cette manière on voit dans l'écorce quatre îlots de cellules à cristaux. Les faisceaux libéro-ligneux forment un hexagone dont les six angles sont occupés par autant de gros faisceaux du bois (A, fig. 135).

Entre deux gros faisceaux consécutifs on trouve quelques vaisseaux plus petits. Le liber *l*, disposé en bande continue, encadre, à l'extérieur, l'hexagone formé par les faisceaux du bois *b*. Le sclérenchyme fait complètement défaut.

Sur plusieurs points, la structure de la tige du *Cornus mas* s'écarte de celle que nous venons de voir chez l'espèce précédente. D'abord la forme de la tige est celle d'un hexagone à angles arrondis (B, fig. 135) ; ensuite, l'écorce est entièrement constituée par des cellules arrondies laissant entre elles de petits méats. Les cristaux d'oxalate de chaux sont disséminés sans ordre dans les cellules des assises les plus profondes de l'écorce.

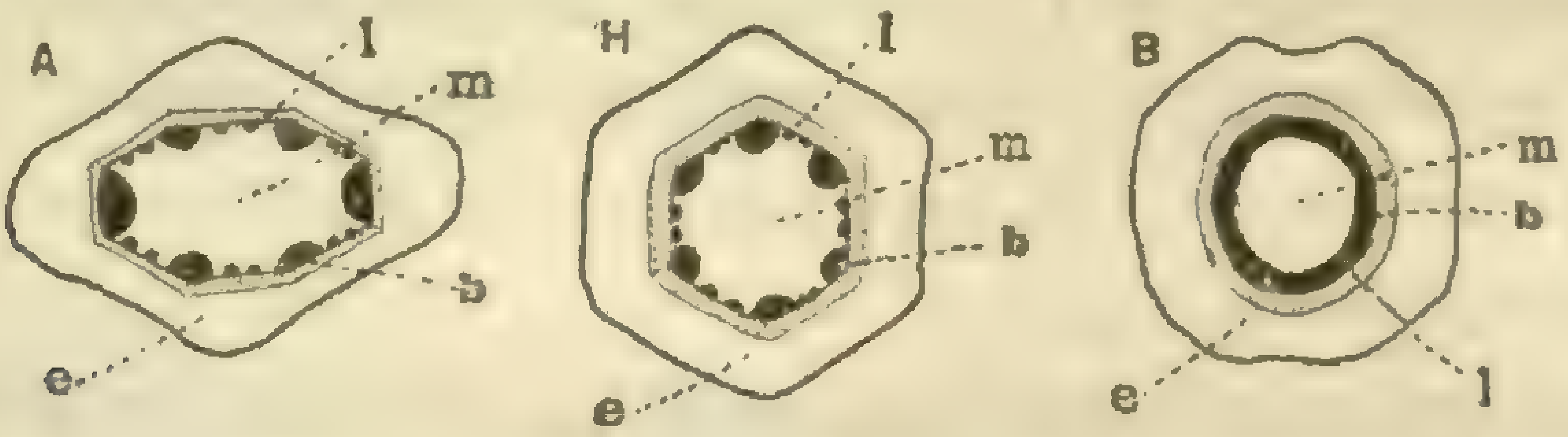


Fig. 135 à 137. — Coupes schématiques de la tige : *e*, écorce ; *b*, bois ; *l*, liber ; *m*, moelle ; A, *Cornus alba ;* B, *Cornus mas ;* H, hybride.

Les faisceaux libéro-ligneux forment un cercle complet et le bois ne présente aucune interruption.

Par toutes les parties de sa tige, l'hybride est exactement intermédiaire entre ses deux parents. C'est ainsi que la tige présente la forme d'un hexagone à angles non arrondis (H, fig. 135) ; les assises les plus externes de l'écorce, bien que n'offrant pas la régularité que nous leur avons constatée dans le *Cornus alba*, sont toutefois formées de cellules moins arrondies que celles que nous avons vues constituer l'écorce du *Cornus mas*. Les cristaux d'oxalate de chaux sont localisés dans six groupes de cellules situés en dehors des six gros faisceaux du bois.

Comme entre deux faisceaux de bois consécutifs, qui d'ailleurs sont plus développés que dans le *Cornus alba*, on trouve de petits vaisseaux, on voit qu'il y a par là une transition vers le cercle complet de bois que nous avons décrit dans le *Cornus mas*.

2° *Pétiole*. — L'hybride présente dans la structure de son pétiole une moyenne entre les mêmes parties des deux plantes

dont il est issu. En effet, l'unique faisceau libéro-ligneux de son pétiole est plus petit que celui du *Cornus mas* et plus développé que celui du *Cornus alba*. Il en est de même pour les nervures principales des folioles.

3° *Limbe*. — Dans le limbe, au-dessous de l'épiderme externe, on rencontre un hypoderme qui est suivi d'une seule assise de cellules en palissade. Le parenchyme lacuneux est formé par des cellules irrégulières limitées vers l'intérieur par une rangée épidermique de petites cellules cubiques.

Deux caractères distinguent le limbe de cette espèce de celui qu'on observe chez le *Cornus mas*. Le premier c'est l'absence d'assise hypodermique dans cette dernière espèce, le second ce sont les dimensions plus grandes que présentent les cellules de l'épiderme interne.

Par son limbe l'hybride, se rapproche à la fois des deux espèces parentes. Comme le *Cornus alba* il montre un épiderme interne à petites cellules, tandis que l'absence d'assise hypodermique le rapproche du *Cornus mas*.

En résumé, le Cornus tricolor, *hybride entre le* Cornus alba *et le* Cornus mas, *présente dans la tige, le pétiole et les nervures principales des feuilles une structure intermédiaire entre ses deux parents, tandis que son limbe montre un mélange de caractères anatomiques particuliers aux deux plantes dont il est issu.*

III. — Cirsium arvense-lanceolatum (1).

Cet hybride établit, par sa morphologie externe, une sorte de passage entre le *Cirsium arvense* et le *Cirsium lanceolatum*. Ayant fait son anatomie, j'ai pu confirmer le même fait pour certains de ses organes, tandis que pour d'autres j'ai trouvé un mélange de caractères anatomiques propres à chacune des deux plantes dont l'hybride est issu.

(1) Je dois l'échantillon de cet intéressant hybride à l'obligeance de M. E. G. Camus.

1° *Pétiole.* — Une coupe transversale faite à la base du pétiole du *Cirsium arvense* présente la forme d'un triangle à peu près isocèle (A, fig. 138),. L'angle interne est occupé par un paquet de collenchyme *c* qu'on rencontre également, disposé suivant une bande continue, le long de la face inférieure du pétiole. Au centre de la coupe on distingue sept faisceaux libéro-ligneux formant un arc ouvert vers l'extérieur. Parmi ces faisceaux, les trois centraux *f* sont plus grands.

Le pétiole du *Cirsium lanceolatum* se distingue du précédent sur plusieurs points. Comme le montre la figure B (fig. 133), le pétiole subit un aplatissement considérable et se montre en même temps pourvu d'ailes latérales; le collenchyme forme deux bandes qui tapissent, à l'intérieur, chacune des deux faces du

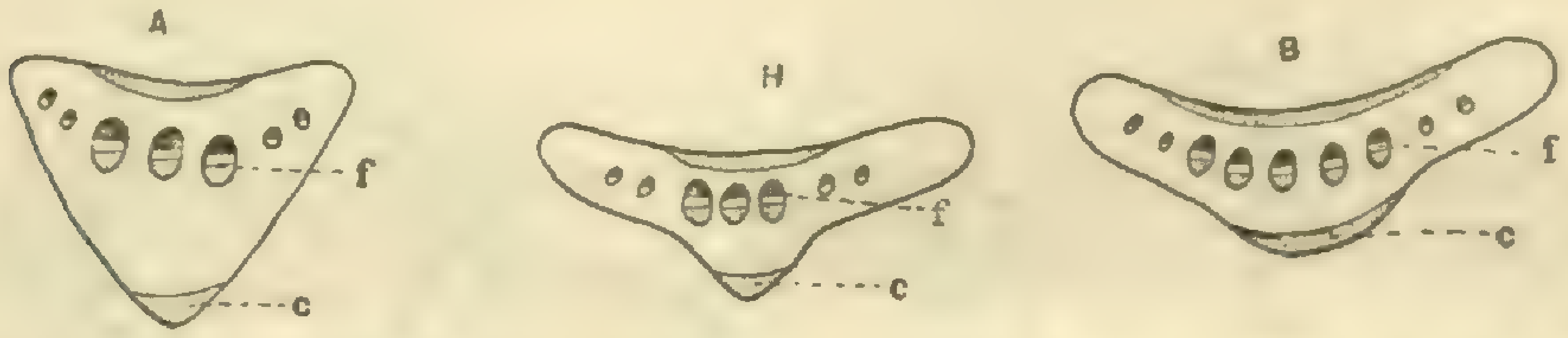


Fig. 138 à 140. — Coupes transversales schématiques du pétiole : A, *Cirsium arvense*, avec une forme triangulaire, un petit nombre de faisceaux *f*, et de petites bandes collenchymateuses *c*; B, *Cirsium lanceolatum*, montrant des ailes latérales, un grand nombre de faisceaux *f* et de larges bandes collenchymateuses *c*; H, hybride possédant des ailes comme B, les faisceaux et le collenchyme comme A.

pétiole. Les faisceaux sont plus nombreux que précédemment : on en compte jusqu'à neuf, dont cinq plus grands occupent la partie centrale.

Si l'on passe maintenant à l'étude de l'hybride, on constate dans le pétiole des caractères spéciaux que nous avons rencontrés dans chacune des deux espèces dont nous venons de faire l'examen. C'est ainsi que le collenchyme et les faisceaux sont tels que nous les avons décrits dans la première espèce, tandis que les ailes latérales que porte le pétiole de l'hybride le rapprochent de la seconde espèce.

2° *Axe floral.* — A la surface de l'axe floral du *Cirsium arvense*, on remarque une série de lignes saillantes disposées longitudinalement. En coupe transversale, l'axe floral offre à sa

périphérie autant de proéminences qu'il y avait de lignes saillantes à sa surface (A, fig. 141). Les parties de l'écorce comprises entre deux angles collenchymateux successifs sont occupées par un tissu mou à cellules rondes contenant de la chlorophylle. Les faisceaux libéro-ligneux, séparés les uns des autres par des rayons médullaires étroits, sont disposés suivant deux circonférences dont l'interne compte un nombre considérable de faisceaux. Les faisceaux externes, moins nombreux, sont toujours disposés au-dessous de chaque angle collenchymateux et nous avons constamment rencontré autant de faisceaux qu'il y avait de ces angles.

Un plus grand nombre de faisceaux vasculaires ainsi qu'un

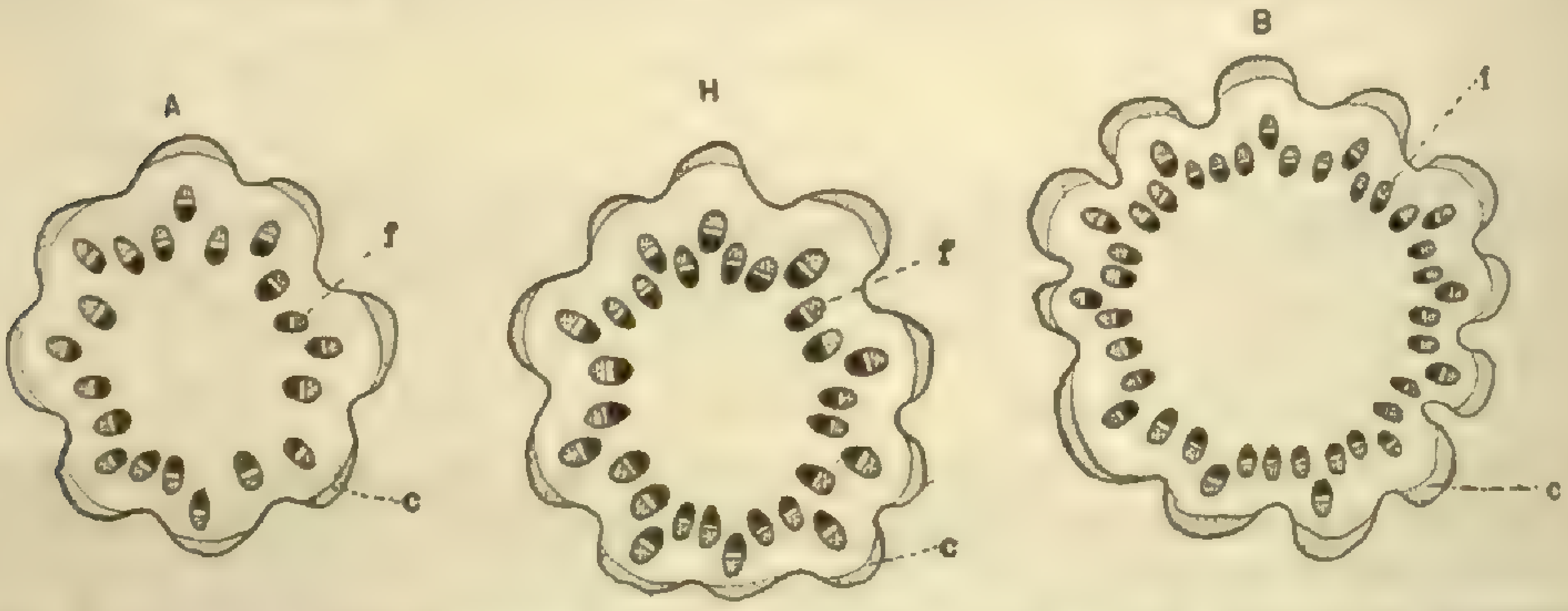


Fig. 141 à 143. — A,H,B, coupes schématiques de la tige: A, *Cirsium arvense*; B. *Cirsium lanceolatum*; H, hybride, intermédiaire par le nombre des angles collenchymateux *c* et des faisceaux *f* entre A et B.

développement plus considérable de tous les tissus de soutien distinguent l'axe floral du *Cirsium lanceolatum* (B, fig. 141) de celui que nous avons vu dans l'espèce précédente. Les angles saillants de la tige sont ici plus nombreux et plus proéminents; en outre, chacun d'eux est occupé par un collenchyme *c* bien plus développé. Non seulement les faisceaux sont plus nombreux dans les deux cercles, mais encore dans chacun d'eux il y a plus de vaisseaux du bois, et un sclérenchyme, à la fois interne et externe, incomparablement mieux accentué dans cette espèce que dans l'autre.

La simple comparaison des figures A, H et B (fig. 141 à 143) suffit pour montrer que l'hybride est, par le nombre des faisceaux de son axe floral, parfaitement intermédiaire entre les

deux *Cirsium* dont nous avons comparé les organes. Cette moyenne que l'hybride présente, se retrouve même dans le développement du collenchyme ainsi que dans les faisceaux et le sclérenchyme.

3° *Tige*. — L'axe floral nous étant connu, peu de chose nous reste à dire relativement à la tige. D'une manière générale, on retrouve dans la tige plus d'angles collenchymateux et plus de faisceaux libéro-ligneux chez le *Cirsium lanceolatum* que chez le *Cirsium arvense*.

Quant à l'hybride, il établit encore, par la structure de cet organe, le passage entre ses deux parents.

En résumé, *le* Cirsium arvense-lanceolatum *présente une tige et un axe floral intermédiaires par leur structure entre les deux parents, tandis que le pétiole est formé par une juxtaposition de caractères anatomiques propres à chacune des deux espèces dont il est issu.*

(*A suivre.*)

OBSERVATIONS

SUR LES

BERBÉRIDÉES, NYMPHÉACÉES, PAPAVÉRACÉES

ET FUMARIACÉES

DE LA FLORE DE FRANCE

Par M. Gaston BONNIER *(suite)*.

NYMPHÉACÉES

NYMPHÆA

Nymphæa alba L. — J'ai observé, dans plusieurs lacs des Alpes, des échantillons de cette espèce ne donnant jamais de feuilles flottantes. Il n'y avait que des feuilles pellucides submergées et en plus grand nombre que dans les échantillons ordinaires, ainsi que cela se présente assez souvent aussi dans les parties des rivières où le courant est rapide.

Le P. Gave a récolté dans un endroit sauvage, aux environs de Contamine-sur-Arve (Haute-Savoie), des échantillons de *Nymphæa* dont les fleurs avaient la même grandeur que celles du *N. alba* type, mais dont les feuilles sont identiques à celles du *N. minor* Bess. ; cette forme curieuse est à signaler comme intermédiaire. Ce serait un argument de plus à invoquer pour considérer le *N. minor* comme devant être entièrement rattaché au *N. alba*. D'autant plus qu'on trouve parfois des *N. minor* à grandes feuilles et à petites fleurs et que M. Gave a observé lui-même

des feuilles plus grandes sur certains échantillons de la forme qu'il a découverte.

Le *Nymphæa alba* n'est d'ailleurs pas fréquent dans les régions élevées des Alpes; il est rare dans les lacs des hautes Vosges, dans le Puy-de-Dôme et dans le Cantal où M. Malvezin ne l'a trouvé que dans l'étang de Boumegoux (canton de Saint-Ubanet), dans le Tarn, sauf quelques bassins où il a été introduit (C.), dans la Provence, sauf dans les marais de la Crau, de la Camargue, de Saint-Remi, de Mouriès et en quelques points du Var (Br.). Il a dans le Nord une distribution très irrégulière, et ne se trouve, par exemple, dans aucune vallée du Boulonnais (Masc.).

NUPHAR

Nuphar luteum L. et *N. pumilum Smith.* — Le *N. luteum* n'a pas été trouvé dans l'Aude (Bai.); il est rare dans le Tarn (C.) et dans une grande partie de la Provence.

M. Héribaud a observé tous les intermédiaires au lac de Salliens (pied de l'Aubrac) en Auvergne, entre le *N. luteum* et le *N. pumilum*.

PAPAVÉRACÉES

PAPAVER.

1. *Morphologie et structure.*

Les espèces les plus répandues de ce genre sont bisannuelles, rarement annuelles, quoiqu'on les indique ordinairement comme annuelles dans les flores. Le *Papaver alpinum* et les sous-espèces qu'on y rattache sont vivaces.

Chez les uns comme chez les autres, la germination débute de la même manière. La graine se fend en général de façon que la fente corresponde à la séparation des deux cotylédons. La radicule se développe, puis la tigelle s'allonge plus ou moins; elle est grêle et allongée dans les *P. Rhæas* (fig. 145, à droite), *P. Ar-*

gemone, *P. pinnatifidum*, *P. dubium*, etc.; elle est au contraire très courte dans le *P. somniferum* (fig. 144, à gauche).

Les feuilles primordiales des Pavots ont des formes très différentes suivant les espèces. C'est ainsi que chez le *P. Rhæas* et plusieurs espèces voisines, des feuilles à limbe ovale et en-

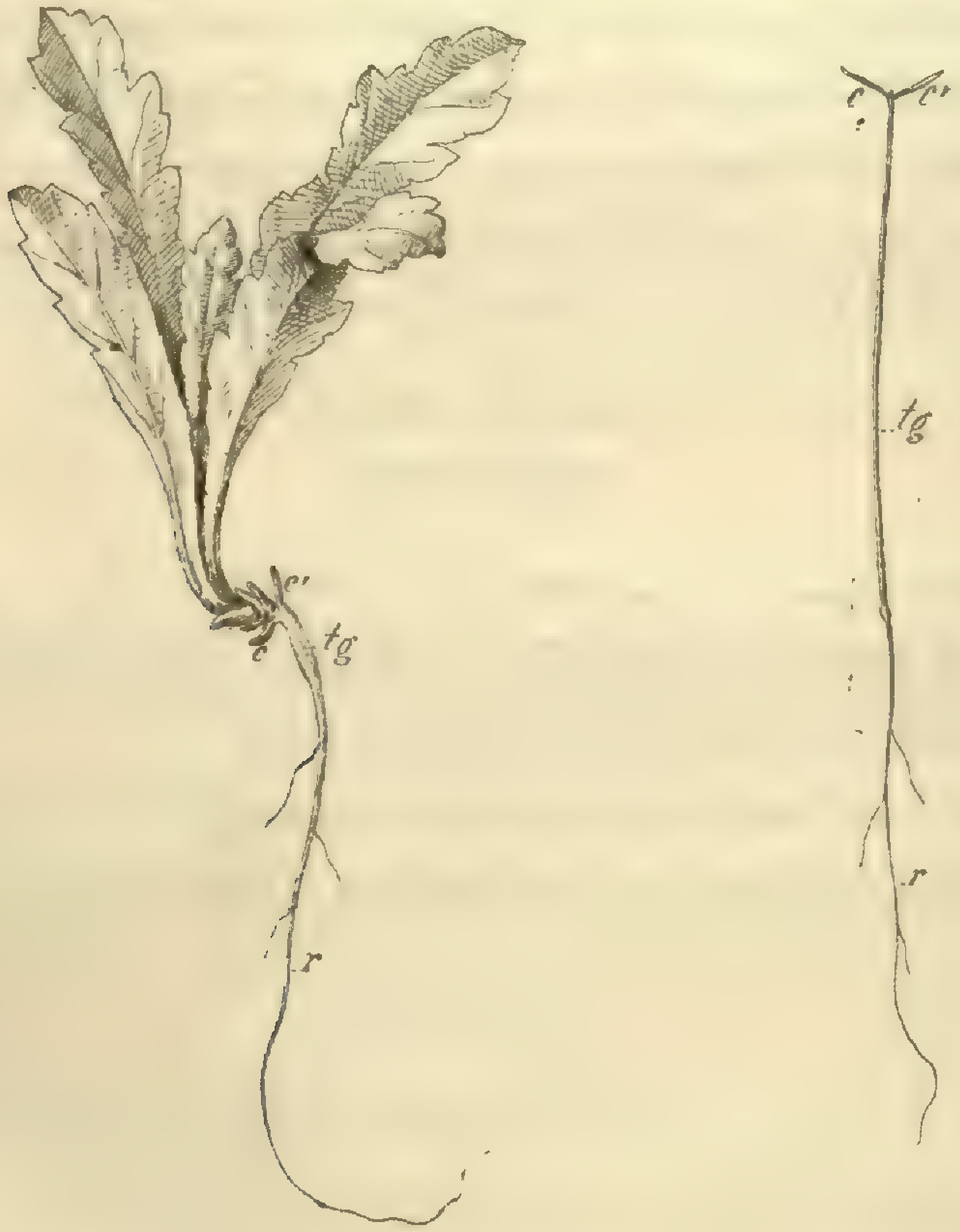


Fig. 144 et 145. — Germinations diverses des *Papaver*. A gauche : germination du *P. somniferum*, à tigelle courte, à feuilles primordiales écailleuses ; à droite : germination du *P. Rhæas*, à tigelle allongée et grêle. — *r*, racine principale ; *tg*, tigelle ; *cc'*, cotylédons.

tier succèdent aux cotylédons *cc'* qui sont étroits et allongés (fig. 145) ; on ne voit paraître que plus tard des feuilles rappelant les feuilles de la plante adulte par leur forme et leur structure. Les feuilles primordiales du *P. somniferum* ont la forme de petites écailles assez semblables aux cotylédons (*c*, *c'*, fig. 144) et sont bientôt suivies de feuilles relativement très grandes et découpées.

Les fleurs des *Papaver* présentent très souvent des anomalies ou des monstruosités. On a cité les intermédiaires qui se pro-

duisent naturellement entre les étamines et les pétales (1), les sépales pétaloïdes, etc.; on observe aussi parfois des *P. Rhæas*, *P. dubium*, *P. hybridum* ayant trois sépales et six pétales sur toutes leurs fleurs. J'ai trouvé une fois, aux environs de Grenoble, un *P. Rhæas* dont la capsule avait des cloisons complètes réunies au centre.

Les tiges aériennes des espèces du genre *Papaver* ont une structure générale qui rappelle celle des tiges de *Ranunculus*. Sur une section transversale, on voit de nombreux faisceaux libéro-ligneux disposés sur plusieurs circonférences concentriques et ordinairement sans formations secondaires, ce qui rappelle l'aspect que présentent les coupes de tiges des Monocotylédones.

Dans la tige souterraine du *P. alpinum*, il en est tout autrement. La jeune tige a ordinairement cinq faisceaux sur un seul cercle et ses formations secondaires précoces produisent du bois superposé au bois primaire et seulement du parenchyme formant un tissu de réserve entre les faisceaux. La moelle est assez considérable et le tout est entouré d'un liège. Ces rhizomes groupés souvent en assez grand nombre, au sommet d'une racine principale, épaisse et très longue, ne produisent pas de racines adventives et donnent latéralement les longs pédoncules aériens.

2. *Distribution géographique.*

P. somniferum L. — Cette espèce peut être non seulement subspontanée, mais naturalisée. Il en est ainsi dans l'Aveyron (C.) et en Provence où la plante, en certaines localités, a toutes les apparences d'une espèce spontanée (Br.).

P. Rhæas L. — Dans les Ardennes, le *P. Rhæas* semble moins commun en dehors des terrains calcaires (Baz.). On sait que cette plante est très polymorphe. D'un semis de graines d'une même capsule de *P. Rhæas* on obtient, suivant les conditions, des plantes qui présentent souvent de très grandes différences quant

(1) Voyez, par exemple, L. Dufour, *Une monstruosité du Papaver Rhæas* (Naturaliste, 1887).

à la forme des feuilles, la disposition des poils, le nombre des stigmates, la forme de la capsule, etc.

P. dubium L. — Mêmes observations que pour l'espèce précédente. Il faut ajouter que cette plante est assez rare dans la région méditerranéenne et même tout à fait rare dans la Provence.

Cette plante paraît exclusivement calcicole dans le Nord de la France (Masc.), tandis qu'on la trouve dans les terrains siliceux en Auvergne (H.).

P. Argemone L. — Cette espèce semble presque partout plus commune sur les terrains siliceux que sur les terrains calcaires.

P. hybridum L. — Le *P. hybridum* est assez rare dans le centre et surtout dans l'est de la France. Cette plante préfère les terrains calcaires, et y remplace souvent la précédente.

P. pinnatifidum Moris. — Cette plante des Alpes maritimes (Nice, Menton, Monaco, etc.) est très distincte et ses graines semées en des terrains différents donnent des plantes très semblables. On la trouve sur les rochers, dans les oliviers et dans les décombres.

P. alpinum L. — Cette espèce des hautes régions se trouve dans toute la chaîne des Alpes, depuis les Alpes maritimes jusqu'en Haute Savoie, mais elle est plus rare dans le nord des Alpes françaises. On la trouve aussi dans les Pyrénées. J'ai noté la variété *albiflorum* aux petites Rousses et aux grandes Rousses (Isère).

MECONOPSIS.

1. *Morphologie.*

Le *M. cambrica* est vivace par des bourgeons de remplacement, à la base de la tige. Sa racine principale se détruit à la longue en formant une sorte de filet qui se creuse entre les

mailles. Si l'on examine la structure d'une racine âgée de *Meconopsis*, on voit que les formations secondaires ont des tissus lignifiés alternant avec des tissus mous, de telle façon qu'au bout d'un certain temps on voit des parties saillantes à l'extérieur, formant une sorte de réseau, qui correspondent aux tissus lignifiés; ces parties saillantes sont séparées par des creux correspondant aux tissus mous; à mesure que la racine devient plus âgée, ces parties en creux s'accentuent, les tissus mous qui y correspondent se détruisent et dans les racines très vieilles on voit alors le réseau séparé par des lames dont il a été parlé plus haut. La destruction complète de la racine, et par suite de la plante, car les bourgeons de remplacement ne produisent pas de nouvelles racines, a lieu peu de temps après.

2. *Distribution.*

Meconopsis cambrica Vig. — Cette plante qui est surtout répandue dans la chaîne des Pyrénées se retrouve en Auvergne, dans le Cantal où elle est très rare (Mlz.), dans l'Aude, au pic de Bugarrah (Corbières) (Bai.), dans les hautes Cévennes (F. et B.); on la cite dans les Cévennes aveyronnaises, à Brusque, Murasson, Saint-Sever et dans les montagnes du centre de l'Aveyron, à Trémouilles. Elle est rare dans l'Hérault.

On la signale comme rare dans le Calvados, et Bonnemaison l'avait trouvée en Bretagne dans la forêt de Laz (montagnes noires) où on ne l'a plus retrouvée.

ROEMERIA.

Le *R. hybrida*, indiqué comme annuel dans les flores, est souvent bisannuel.

Rœmeria hybrida DC. — Le Rœmeria est surtout une espèce de la région méditerranéenne.

Cette plante est très commune dans les Bouches-du-Rhône, plus rare en Vaucluse, dans les Basses-Alpes et le Var (Br.). Je l'ai trouvée dans les Alpes-Maritimes, aux environs d'Antibes,

bien qu'elle ne soit pas citée dans la flore d'Ardoino. Le *Rœmeria* remonte dans la Drôme (S.-L.) et jusqu'à Gap (Reverchon) et Embrun (Boutigny); elle est citée dans le Tarn où elle est très rare, à Saïx près de Castres (Martin); c'est par erreur que Grenier et Godron la citent en Auvergne (H.). On l'a signalée dans la Vienne, les Deux-Sèvres et le Maine-et-Loire.

GLAUCIUM.

1. *Morphologie.*

La germination des *Glaucium* se fait à peu près, au début, comme celle du *Papaver Rhæas*. La tigelle est très allongée et relativement plus large que la racine principale et le collet est marqué extérieurement d'une façon très nette. Les cotylédons

Fig. 146. — Coupe transversale faite dans le cylindre central au sommet de la tigelle d'une jeune germination de *Glaucium luteum*. — *e*, endoderme ; *p*, péricycle ; *l*, liber ; B*p*, bois primaire de première formation ; B', second bois primaire.

sont pétiolés et leur limbe est ovale allongé, les feuilles primordiales sont entières ou avec quelques dents au sommet.

La racine principale et la tigelle ont un cylindre central qui comprend deux faisceaux continus formant une lame primaire de bois centripète (B, fig. 146), de telle sorte que le passage de la structure vasculaire de la racine à celui de la tige ne se fait que dans la partie tout à fait supérieure de la tigelle. Des cloisonnements indiquent très tôt le début des formations secondaires. Celles-ci se produisent sur la racine et sur la tigelle en formant deux groupes de tissus ligneux qui laissent entre eux du tissu mou.

Ainsi que l'a fait remarquer Royer, le *G. luteum* est souvent

pérennant, mais il ne vit qu'un petit nombre d'années à cause des fénestrations qui se produisent par la destruction du tissu mou de sa racine principale.

2. *Distribution.*

Glaucium luteum Scop. — Le *G. luteum* n'est pas une plante exclusivement maritime. Elle est assez commune sur les sables dans toute la région méditerranéenne d'où elle remonte d'une part jusqu'en Dauphiné, et elle est naturalisée à Lyon (S.-L.), d'autre part jusque dans le Tarn (C.) et en Auvergne où elle est rare. Dans l'Ouest elle est très commune au bord de l'Océan, surtout au sud de l'embouchure de la Loire. On retrouve cette espèce sur les bords de la Manche jusque sur les dunes de Berck-sur-Mer. Plus au Nord, on ne trouve plus que quelques pieds isolés dans de rares localités (Masc.). M. Masclef croit cette espèce peu sensible à l'influence du sel marin, ce que confirment les observations de M. Lesage (1). D'après le premier de ces botanistes cette plante ne pénètre plus guère dans l'intérieur des terres au delà de la Loire et se localise sur le littoral, sans doute à cause du climat plus doux qui y règne et peut-être aussi parce que la concurrence vitale y est moins grande. En tout cas, il est constaté que le *G. luteum* tolère une forte salure dans le sol sur lequel il croît.

G. corniculatum Curt. — Cette plante, qu'on peut considérer comme une sous-espèce, est plus rare que la précédente. On la rencontre surtout dans les cultures de la Provence, mais souvent dans le reste de la région méditerranéenne. Elle est rare à Montpellier, abondante à Saint-Guilhem-le-Désert, dans l'Hérault (F. et B.). On la signale à Cannes (Aude) (Bai.). En dehors de la région méditerranéenne on l'a trouvée très rarement à Castres (C.) et en Auvergne.

(1) H. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles*, Rennes, 1890, p. 40.

CHELIDONIUM.

1. *Morphologie.*

La germination du *Chelidonium* rappelle un peu celle du *Papaver somniferum*. Sa tigelle est relativement courte et est à la base à peu près de la même grosseur que la racine principale. A quelques écailles succèdent, comme dans le *P. somniferum*, des feuilles qui ont déjà la forme des feuilles adultes.

La racine se détruit chez le *Chelidonium*, comme celle du *Meconopsis*, et les fénestrations y sont encore plus nettes. Aussi la

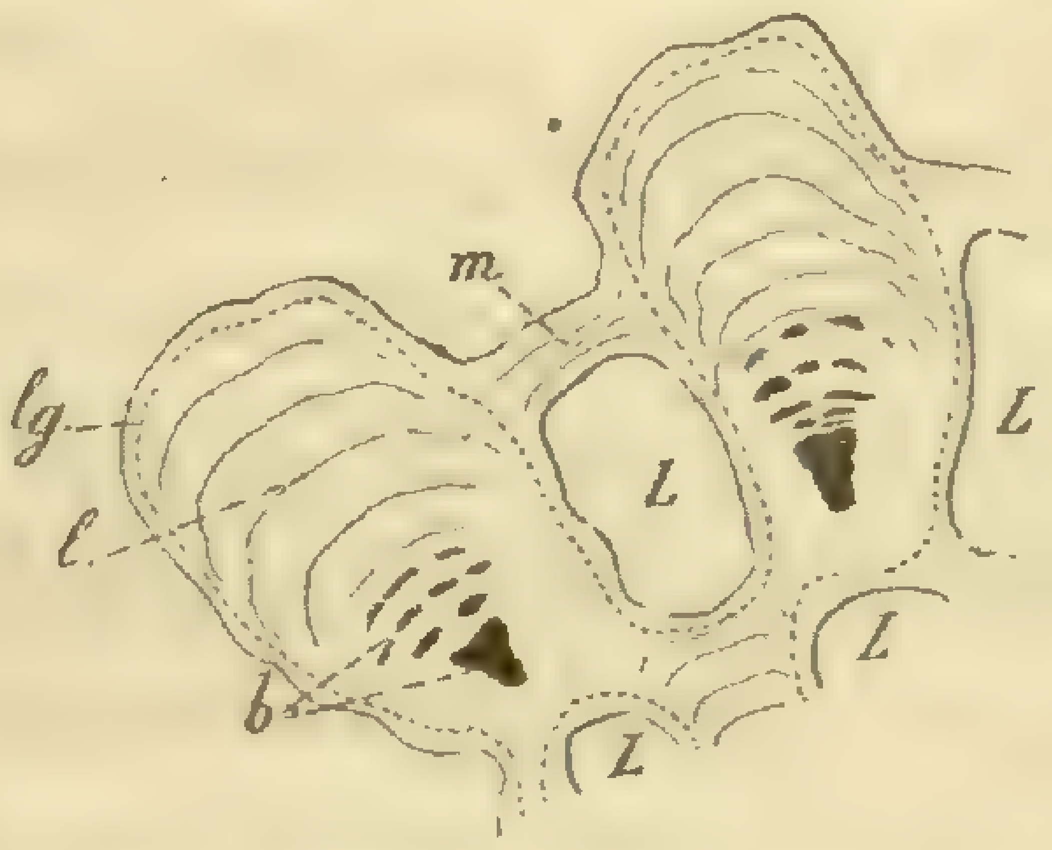


Fig. 147. — Schéma d'une coupe transversale d'un fragment d'une racine âgée de *Chelidonium majus*. — *b*, bois secondaire ; *l*, liber secondaire ; *m*, tissu mou ; *lg*, liège isolant les tissus non attaqués ; L,L,L, places des tissus détruits.

plante n'est-elle pas indéfiniment vivace, mais ne vit qu'un nombre d'années limitées.

Dans une racine jeune on voit deux faisceaux ligneux et deux faisceaux libériens. Les formations secondaires précoces produisent bientôt du bois en abondance en dedans des faisceaux libériens et le parenchyme mou du liber secondaire ainsi que tout le parenchyme qui se trouve en face des pointes ligneuses primaires se développe beaucoup. Dans les années suivantes, les formations secondaires ne produisent du bois que çà et là (*b*, fig. 147), et quand la racine est plus âgée ces plantes ligneuses, ainsi qu'une fraction du parenchyme de réserve, s'entourent d'un tissu de cicatrisation non seulement subérifié, mais même

lignifié (*lg*, fig. 147). C'est cette structure que l'on peut reconnaître en examinant une coupe faite dans l'une des mailles du réseau de la racine âgée (fig. 147).

2. *Distribution.*

C. majus L. — Le *Chelidonium* est moins commun en Provence que dans le reste de la France.

La variété *laciniatum* a été notée dans les Pyrénées-Orientales (Br.) et à Andilly (Seine-et-Oise), dans une propriété où elle n'a pas été plantée (Boud.).

HYPECOUM.

Les *Hypecoum*, indiqués comme plantes annuelles dans les flores, sont parfois bisannuels.

H. procumbens L. — Cette plante, de la région méditerranéenne et qu'on trouve surtout sur les sables, n'est jamais très abondante. Assez rare dans les Bouches-du-Rhône, elle est plus rare dans le Var, les Alpes-Maritimes, l'Hérault, l'Aude. On la retrouve dans le Tarn où elle est très rare, à Saint-Sulpice, sur les rives du Tarn (Bel).

H. grandiflorum Benth. — Cette espèce, qui est très voisine de la précédente, n'a pas été signalée en dehors des Pyrénées-Orientales.

H. pendulum L. — L'*H. pendulum* est plus rare que l'*H. procumbens* dans la région méditerranéenne, mais il remonte dans l'Ouest (Deux-Sèvres, Vienne, Maine-et-Loire) où il est très rare. Assez rare en Vaucluse et dans l'arrondissement d'Aix, il semble manquer dans le reste de la Provence (Br.). C'est par erreur que Grenier et Godron le citent à Montpellier. On le trouve à Béziers et vers le Roussillon ; à Nîmes, il est très rare (F. et B.).

(A suivre.)

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890

La formation des racines chez les plantes vasculaires a été l'objet d'un travail d'ensemble de la part de MM. Van Tieghem et Douliot (1). Examinons d'abord les résultats de ce travail pour ce qui concerne les Phanérogames.

Les radicelles naissent dans le péricycle de la racine qui les porte. Lorsque le péricycle est simple, les cellules qui doivent former la racine s'accroissent radialement, puis se divisent par une cloison tangentielle (fig. 148) en deux assises. Les cellules de l'assise interne constituent le cylin-

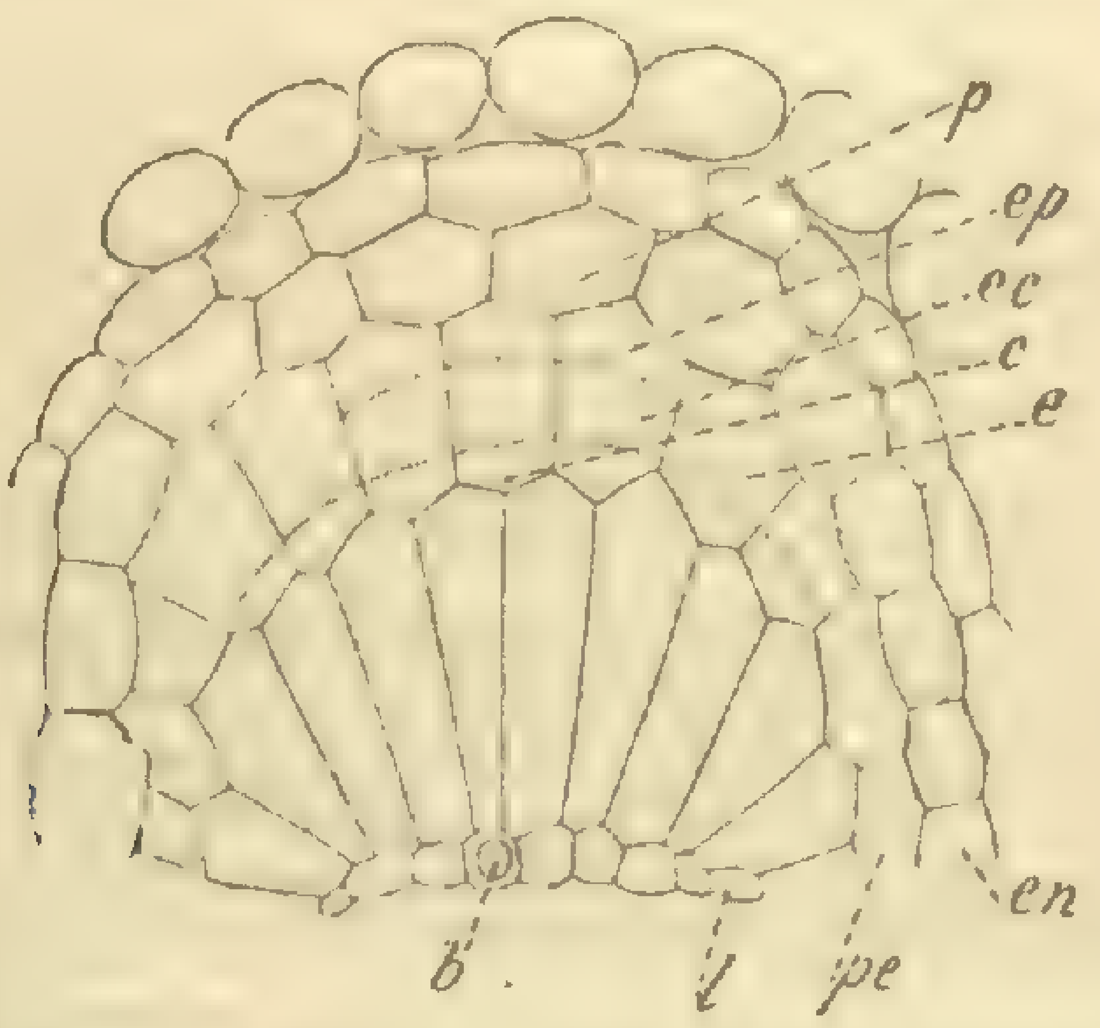


Fig. 148. — Portion d'une section transversale, d'une racine terminale quaternaire du *Cucumis Melo*, passant par l'axe d'une radicelle au premier état. L'assise externe du péricycle double donne à la fois l'épiderme, l'écorce et le sommet du cylindre central ainsi que l'épistèle très développée. La poche est double dans toute son étendue, formée à la fois par l'endoderme et l'assise sus-endodermique; *e*, poche; *ep*, épiderme; *ec*, écorce; *c*, cylindre central ; *en*, endoderme; *pe*, péricycle; *l*, liber; *b*, bois (d'après MM. Van Tieghem et Douliot).

dre central de la radicelle (*c*, fig, 148); les cellules de l'assise externe se divisent de nouveau par une cloison tangentielle et donnent par leur rang interne l'écorce (*ec*), et par leur rang externe ce que les auteurs appellent l'épiderme (*ep*). Les trois régions de la jeune racine sont donc ainsi constituées dès le début.

Si le péricycle est formé de deux ou plusieurs assises, presque toujours l'assise la plus externe se comporte exactement comme l'assise unique d'un péricycle simple; c'est-à-dire donne toute la radicelle; les assises externes s'accroissent aussi et se cloisonnent, mais contribuent seulement à produire la base de la radicelle.

(1) Van Tieghem et Douliot : *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes des plantes vasculaires* (Annales des sciences naturelles, Botanique, 7e série, t. VIII).

Une fois formée, la radicelle grandit et, en s'accroissant, attaque et digère l'écorce de la racine mère, pour se frayer un passage vers l'extérieur. Quelquefois l'endoderme est digéré comme le reste de l'écorce; c'est le cas le plus simple (Crucifères, Crassulacées, Portulacées, etc.). Le plus souvent au contraire, l'endoderme s'accroît et enveloppe la jeune racine d'une sorte de capuchon que les auteurs ont appelé *poche*, et qui attaque et digère l'écorce. L'endoderme qui forme la poche peut rester simple ou se dédoubler; quelquefois même une ou plusieurs assises corticales, internes, ne sont pas digérées et se joignent à l'endoderme, pour entourer la racine d'une poche plus épaisse (Légumineuses, Rosacées, Cucurbitacées, etc.).

Après la sortie de la radicelle, la poche et la partie externe de l'épiderme s'exfolient; l'assise interne seule reste chez les Dicotylédones et les Gymnospermes et forme l'assise pilifère. Chez les Monocotylédones et les Nymphéacées, l'épiderme s'exfolie tout entier et l'assise pilifère est formée par l'assise la plus externe de l'écorce. C'est là, comme on le voit, le caractère différentiel le plus important que présentent les Dicotylédones et les Monocotylédones dans la formation des racines et encore voit-on qu'il n'est pas général.

Chez les Cryptogames vasculaires, les radicelles naissent dans l'endoderme de la racine mère, aux dépens d'une seule cellule. Les radicelles des Cryptogames vasculaires diffèrent profondément de celles des Phanérogames : 1° par la différenciation très précoce de l'endoderme, qui est, chez les Cryptogames, la première assise différenciée de l'écorce externe, tandis qu'elle est la dernière chez les Phanérogames; 2° par leur origine unicellulaire et endodermique : 3° par leur disposition vis-à-vis les faisceaux du bois même lorsque le nombre des faisceaux de la racine mère est seulement de deux.

Les racines latérales des Phanérogames se forment sur la tige mère de la même façon que les radicelles sur la racine mère.

Les Cryptogames vasculaires se répartissent en deux groupes distincts, au point de vue de l'origine et du développement de racines latérales endogènes : d'une part les Filicinées et d'autre part les *Lycopodium* et les *Isoetes*. Les *Equisetum* et les *Selaginella* ne produisent que des racines latérales exogènes.

Dans le premier groupe, les racines se forment dans l'endoderme aux dépens d'une seule cellule ; dans le second groupe au contraire, les racines latérales se forment dans le péricycle aux dépens de plusieurs cellules et présentent après leur formation trois sortes d'initiales distinctes. Les *Lycopodium* et les *Isoetes* se conduisent donc sous ce rapport comme des Phanérogames.

En somme, les très nombreux exemples étudiés peuvent se ramener à deux types :

1° Les racines ont trois sortes d'initiales et naissent dans le péricycle (radicelles et racines latérales de Phanérogames, racines latérales de *Lycopodium*);

2° Les racines ont une seule initiale et naissent dans l'endoderme (radicelles et racines latérales de Filicinées, radicelles d'Equisétacées).

M. Lachmann (1) a consacré un long mémoire aux études des racines de Fougères ; il a étudié d'une façon spéciale le mode d'insertion de ces racines sur la tige ; à ce point de vue, M. Lachmann distingue trois cas :

1° Les racines sont insérées sur la tige et ne correspondent pas aux feuilles. C'est le cas des Fougères qui ont leurs faisceaux concentrés en un seul cordon axile, ou fusionnés latéralement en un cylindre creux ou encore anastomosés en mailles inégales et irrégulières, ne correspondant pas aux feuilles. Lorsque la tige a une structure dorsiventrale, les racines sont insérées sans ordre sur le côté inférieur ou ventral seulement du rhizome (*Hymenophyllum*, *Trichomanes*, *Lygodium*, *Polypodium*, *Acrostichum*, etc.), ou tout au moins en nombre plus grand sur le côté ventral que sur le côté dorsal (*Pteris aquilina*, *Adiantum Capillus Veneris*, etc.). Au contraire, lorsque la tige est dressée et symétrique par rapport à son axe, les racines sont distribuées sur tout le pourtour de la tige (*Allosurus crispus*, *Pteris longifolia*, etc.) ;

2° Les racines sont insérées sur la tige et correspondent aux feuilles. Dans ce cas, la structure de la tige est toujours symétrique par rapport à un axe et les faisceaux forment des mailles régulières en rapport avec les feuilles. Les racines sont alors toutes insérées à la base des feuilles. A chaque feuille correspond un certain nombre de racines. Quelquefois, il n'y a qu'une seule racine médiane au-dessous de chaque feuille (*Athyrium*, *Ceterach*, *Blechnum spicant*, etc.) ; d'autres fois, il y en a deux (*Cystopteris*, *Osmunda*, etc.), ou trois (*Aspidium Filix mas*, *A. spinulosum* etc.), ou bien encore un nombre plus considérable (*Gymnogramme*, *Cyathea*, *Alsophila*, etc.) ;

3° Les racines sont insérées sur le pétiole des feuilles. Avant les travaux de M. Lachmann, on rangeait dans cette catégorie un très grand nombre de Fougères. En reprenant un à un les exemples cités par les différents auteurs et en disséquant avec soin les faisceaux, M. Lachmann s'est assuré que presque toujours les faisceaux de la racine s'inséraient sur le système vasculaire de la tige, et non pas sur celui de la feuille. Dans une seule espèce, le *Ceratopteris thalictroïdes*, l'insertion des feuilles se fait bien réellement sur le pétiole.

L'auteur étudie ensuite un certain nombre de questions relatives à l'anatomie des Fougères, il montre que les faisceaux de la racine se rattachent tantôt directement aux faisceaux de la tige, tantôt par l'intermédiaire d'une sorte de faisceau à structure caulinaire ; il apporte de nouveaux arguments anatomiques en faveur de la nature caulinaire des stolons des *Nephrolepis*, que certains auteurs prennent pour des racines ; enfin il signale l'*Anisogonium seramporense* comme nouvel exemple de Fougères dont les racines peuvent se prolonger par une tige.

M. Rostowzew (2) a fait une étude spéciale de cette curieuse transformation de racines en tiges qu'on observe chez un certain nombre de Cryptogames vasculaires. En faisant des coupes longitudinales dans le sommet

(1) Lachmann : *Contribution à l'histoire naturelle de la racine des Fougères* (Annales de la Société botanique de Lyon, 1888).

(2) Rostowzew : *Beiträge zur kenntniss der Gefasskryptogamen* (Flora, t. LXXIII, p. 155, 1890).

d'une racine qui se transforme en bourgeon, l'auteur a pu observer le détail de la transformation, dans l'*Asplenium esculentum*, le *Platycerium alcicorne* et quelques autres espèces. A un moment donné, la cellule terminale de la racine cesse de se cloisonner du côté de la coiffe. La coiffe cessant d'être régénérée ne tarde pas à disparaître et la cellule terminale se trouve à nu comme dans une tige. Les segments qui sont détachés parallèlement aux

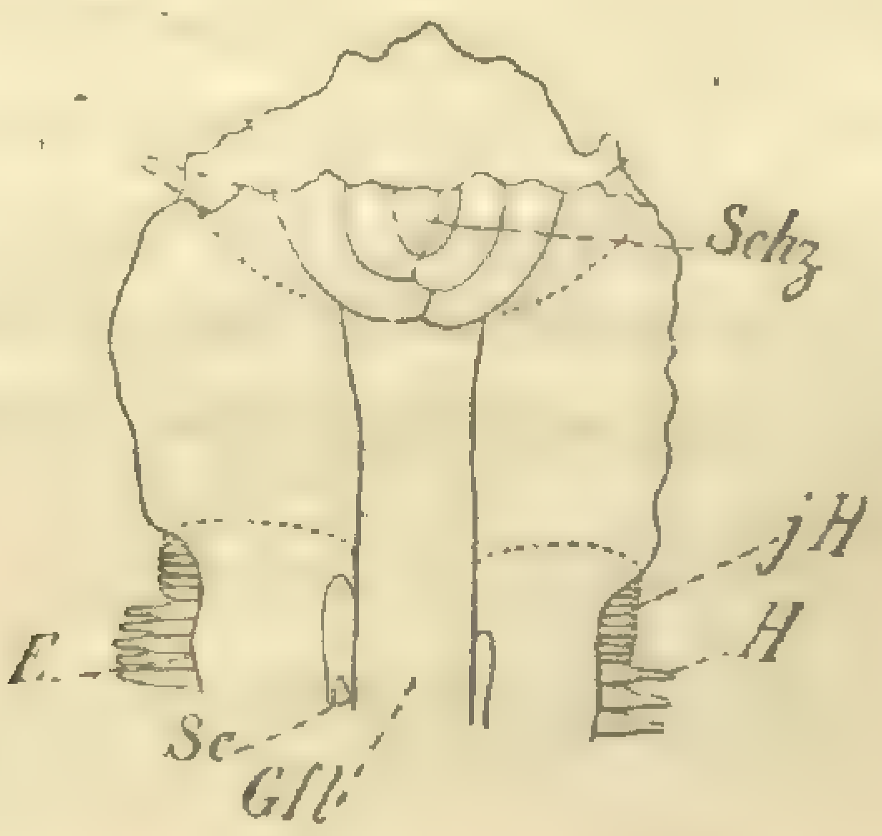


Fig. 149. — Coupe longitudinale d'une jeune pousse de *Platycerium alcicorne* 100/1. — *Schz*, cellule terminale; *jH*, jeunes poils; H, poils; *Gfl*, faisceaux vasculaires; *Sc*, sclérenchyme. La ligne ponctuée supérieure indique la limite du méristème du bourgeon. La ligne ponctuée inférieure indique la limite du bourgeon et de la racine (d'après M. Rostowzew).

trois faces planes de cette cellule terminale (*Schz*, fig. 149) cessent de se cloisonner comme dans la racine, pour se cloisonner comme dans la tige et les poils de l'assise pilifère cessent de se former. Dans une coupe longitudinale du méristème terminal, on peut distinguer nettement ce qui est tige de ce qui est racine (voyez les lignes pointillées de la fig. 149). Les changements qui s'opèrent dans le système vasculaire sont à peu près les mêmes que ceux qui ont été observés dans le passage de la racine à la tige d'une jeune plantule.

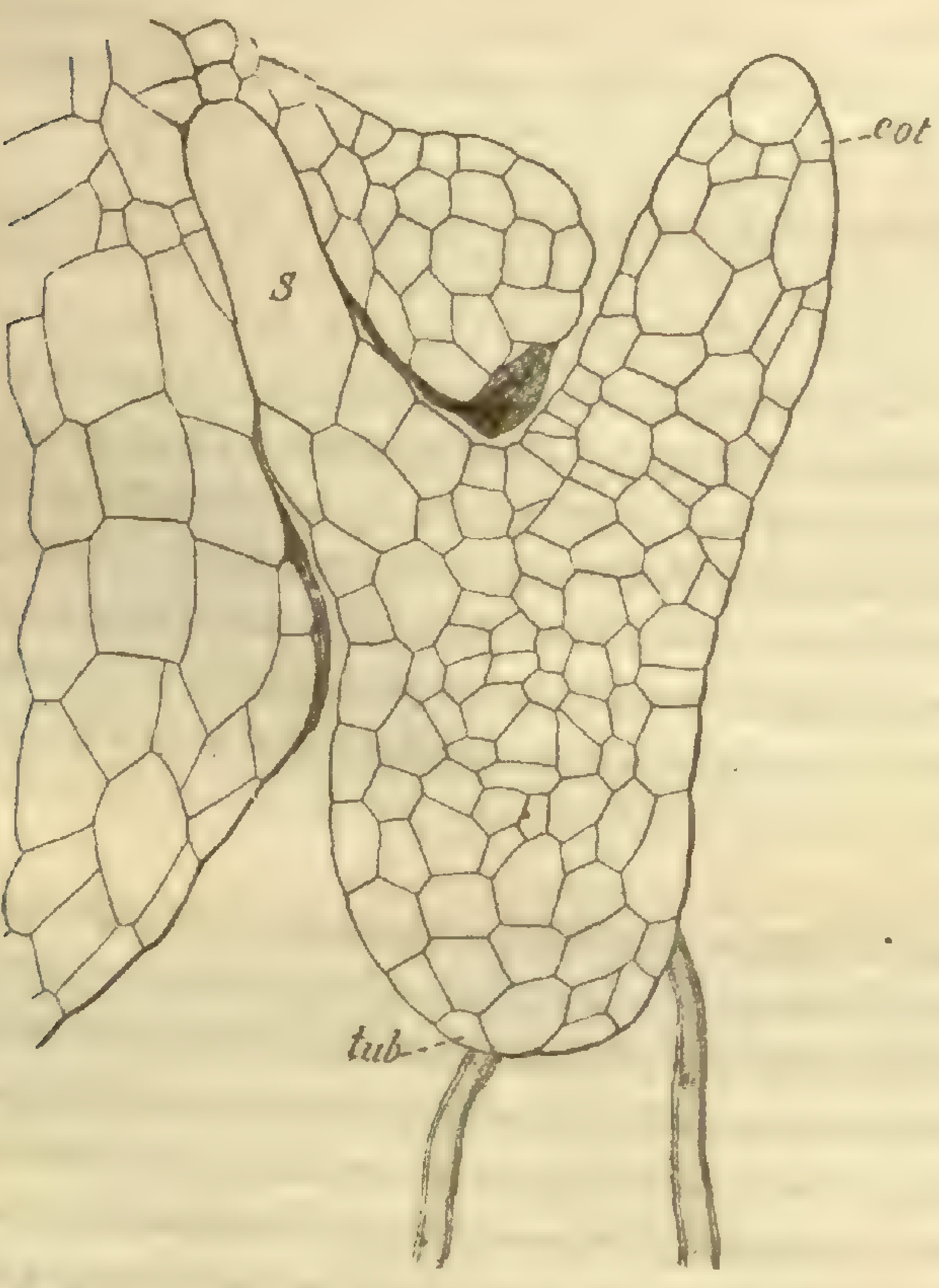
Ce passage de la racine à la tige a été étudié dans un certain nombre d'espèces par M. Leclerc du Sablon (1). En passant dans la tige les deux faisceaux de la racine se réuniront par leur base et les deux faisceaux du liber s'élargiront, de façon à se réunir et à former un anneau complet autour du bois. Les nouvelles portions de tiges qui se forment sont plus épaisses et ont une structure plus complexe. Dans le *Pteris aquilina*, par exemple, il se forme un liber interne au centre de la partie ligneuse de la tige de façon à ce que le bois ait la forme d'un anneau compris entre deux parties libériennes. Par suite du départ d'un certain nombre de vaisseaux dans les feuilles, cet anneau se rompt une fois, puis deux fois, l'endoderme s'infléchit vis-à-vis de ces solutions de continuité dans l'anneau du bois, et forme bientôt deux endodermes distincts, entourant chacun un cordon libéro-ligneux formé de bois au centre et de liber à la périphérie. Ces cor-

(1) Leclerc du Sablon : *Recherches sur la formation de la tige des Fougères* (Annales des sciences naturelles; 7e série, Bot., t. XI, p. 1).

dons libéro-ligneux se ramifient ensuite et augmentent en nombre jusqu'à ce que la tige ait atteint son diamètre définitif.

La marche des faisceaux dans la tige adulte d'un certain nombre de Fougères, appartenant à la Famille des Marattiacées (*Kaulfussia*, *Angiopteris erecta*, *Marattia fraxinea*, etc.) a été étudiée avec soin par M. Kühn (1). L'auteur a ensuite fait une étude spéciale de l'appareil sécréteur d'un grand nombre de Cryptogames vasculaires et notamment des cellules en gomme des Marattiacées ; il a trouvé des cellules à gomme dans un certain nombre de *Lycopodium* et notamment dans le *L. inundatum*. L'*Osmunda regalis* présente dans le voisinage des faisceaux foliaires des cellules à tannin. Il en est de même dans beaucoup de Cyathéacées. Dans les Ophioglossées, l'auteur n'a pas trouvé d'appareil sécréteur.

M. Treub (2) continue ses recherches sur les Lycopodiacées en publiant



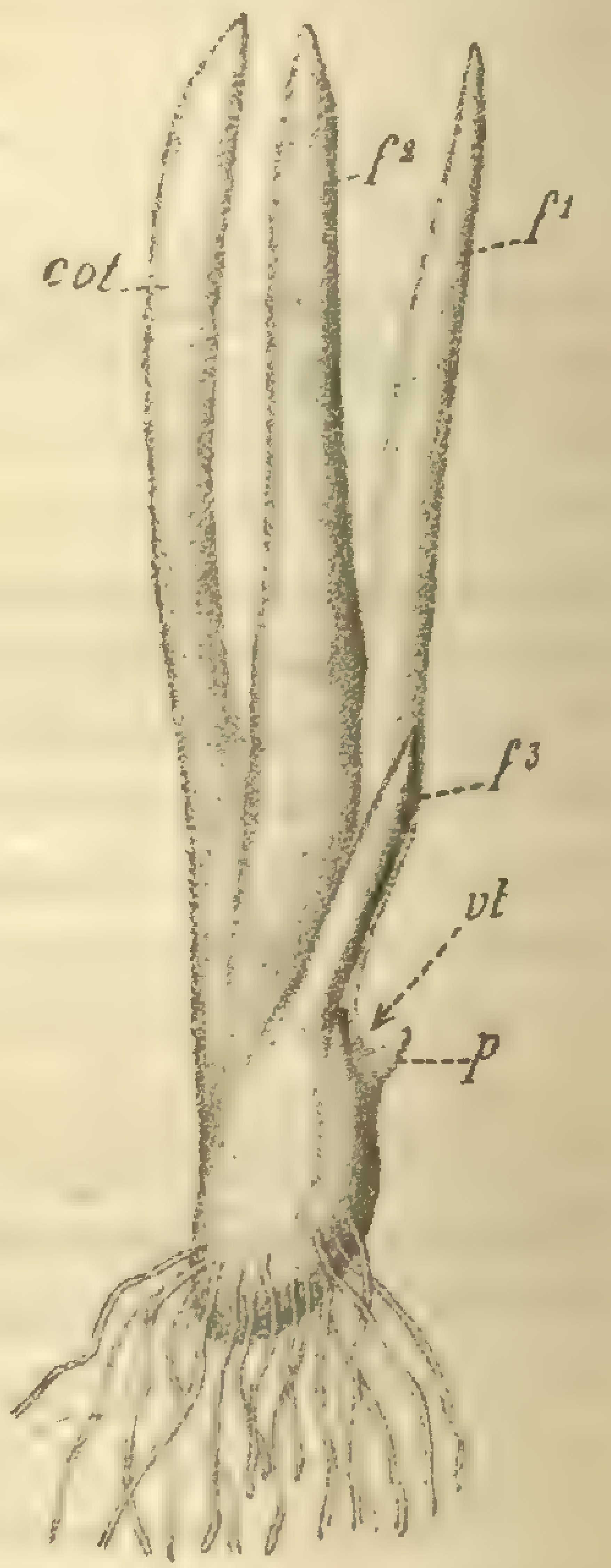


Fig. 150 (à gauche). — *Lycopodium cernuum*. Jeune pousse et partie du prothalle en section longitudinale ; *S*, suspenseur ; *cot*, cotylédon ; *tub*, tubercule.
Fig. 151 (à droite). — Jeune plantule de *L. cernuum*, vue extérieurement : *cot*, cotylédon ; f^1,f^2,f^3, feuilles successives ; *vt*, point végétatif ; *p*, pied (d'après M. Treub).

l'embryologie du *Lycopodium cernuum*. L'embryon de cette plante est d'abord

(1) Kühn : *Untersuchungen über die Anatomie der Marattiacen und anderer Gefasskryptogamen* (Flora, t. LXXII, p. 459, 1889).
(2) Treub : *Études sur les Lycopodiacées* (Annales du jardin botanique de Burtenzorg, t. VIII, p. 1).

formé par une masse de parenchyme à peu près homogène, où on ne tarde pas à pouvoir distinguer trois étages : 1° Du côté du col de l'archégone, se trouve le suspenseur formé par une seule cellule plus grosse que les autres ; 2° au milieu se trouve le pied qui reste enfermé dans le prothalle ; 3° à l'extrémité opposée se trouve une masse parenchymateuse, qui se développe rapidement et apparaît à l'extérieur après avoir fait éclater les parois du prothalle qui la renfermaient d'abord. Ce troisième étage est le tubercule embryonnaire qui, arrivé au contact du sol, se couvre de poils radicaux et joue le rôle d'organe absorbant et fixateur. Plus tard, à la partie supérieure du tubercule embryonnaire, dans le voisinage du pied, se forme un mamelon qui s'allonge rapidement et constitue le cotylédon. Puis, près de la base du cotylédon, l'auteur a vu se différencier le point végétatif de la tige qui s'allonge lentement, et se couvre de feuilles de plus en plus nombreuses. La première racine est exogène et se forme à la surface du tubercule embryonnaire.

M. Treub indique ensuite le mode de formation et le rôle de petits tubercules qu'on avait observés sur les racines de *Lycopodium cernuum*. Ces tubercules se forment dans l'écorce et très près du sommet de la racine qui continue ensuite à s'accroître ; une fois développés, ils peuvent se séparer du reste de la plante, rester plus ou moins longtemps à l'état de vie ralentie, puis se développer et donner un nouveau pied de Lycopode. Les tubercules radicaux du *Lycopodium cernuum* sont donc simplement des propagules.

M. Douliot (1) a étudié la formation du périderme dans la tige des Dicotylédones. On sait que sous le nom de périderme on comprend : le liège, l'écorce secondaire et l'assise génératrice subéro-corticale. M. Douliot a recherché dans un certain nombre d'espèces le lieu de formation de cette assise génératrice qui donne du liège à l'extérieur et du parenchyme à l'intérieur. Lorsque cette assise se forme à la superficie de la tige, dans l'épiderme ou l'assise sous-épidermique, les observations de l'auteur sont conformes à celles des Botanistes plus anciens. Mais dans le cas où le périderme se forme dans une assise profonde, l'auteur montre que presque toujours c'est dans le péricycle qu'il se forme, entre l'endoderme et le liber, et non pas dans le liber comme on le croyait autrefois. C'est seulement dans des cas très rares (*Rubus*) que le périderme prend naissance dans l'endoderme : l'auteur cite en terminant quelques observations, montrant que le périderme se développe davantage au soleil qu'à l'ombre.

M. Schenck (2) a étudié la formation d'un tissu qui joue chez certaines plantes aquatiques le même rôle que le liège. Ce tissu que l'auteur appelle *aérenchyme* est formé de cellules très allongées radialement et renfermant chacune un noyau et du protoplasma très clair. Entre ces cellules se trouvent de très grandes lacunes, communiquant entre elles et renfermant de l'air.

(1) Douliot : *Recherches sur le périderme* (Annales des sciences naturelles ; 7e sér., Bot., t. X, p. 325.

(2) Schenck : *Ueber das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei sumpf pflanzen* (Jahrbucher für wissenschaftliche Botanik, t. XX, p. 526).

Comme le liège, l'aérenchyme est formé par une assise génératrice qui, donnant naissance à l'aérenchyme par sa face externe, produit vers l'intérieur du parenchyme cellulaire. D'après l'auteur, le rôle de l'aérenchyme est de fournir à la plante une réserve d'air qui lui est nécessaire pour la reproduction. L'aérenchyme constituerait en quelque sorte le poumon de la plante et non pas des flotteurs comme on l'avait cru quelquefois. Parmi

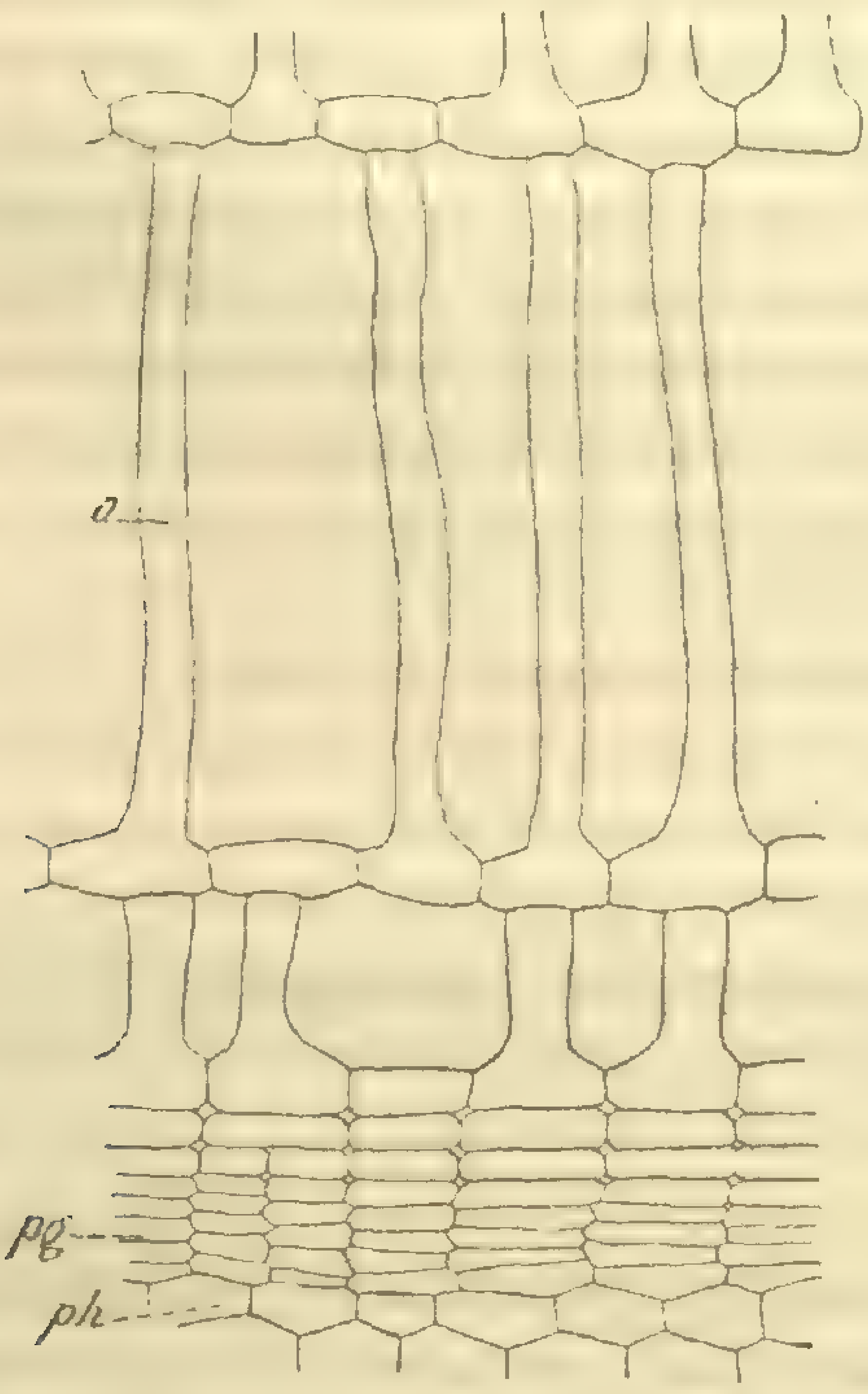


Fig. 152. — Coupe dans l'aérenchyme d'une plante aquatique : *a*, aérenchyme; *pg*, couche génératrice à double fonctionnement; *ph*, parenchyme cellulaire interne (d'après M. Schenck).

les plantes étudiées par M. Schenck, citons le *Jussiæa peruviana*, le *J. repens* et plusieurs autres espèces du même genre, l'*Epilobium hirsutum*, le *Lythrum Salicaria*, l'*Hypericum brasiliense*, le *Cleome spinosa*, le *Lycopus europæus*, le *Mimosa cinerea*, le *Lotus uliginosus*, etc.

L'étude comparée d'un même membre de la plante considéré successivement en diverses régions de cette plante a fait l'objet de plusieurs travaux importants. M. Daguillon (1) a étudié les feuilles des Abiétinées; les premières feuilles qui se développent après les cotylédons ne présentent pas toujours les mêmes caractères que les feuilles définitives. M. Daguillon a fait une étude anatomique très complète de ces feuilles intermédiaires entre les cotylédons et les feuilles de la plante adulte et qu'on nomme feuilles primordiales. Le passage de la forme primordiale à la forme définitive peut se faire sans transitions ménagées (*Pinus*) ou bien encore par des gradations insensibles. Dans tous les cas les différences anatomiques observées entre

(1) Daguillon : *Recherches morphologiques sur la feuille des Conifères* (Revue générale de Botanique, 1890).

ces deux sortes de feuilles sont à peu près les mêmes. Une des plus importantes parmi ces différences est le développement de l'appareil de soutien plus grand dans la feuille définitive que dans la feuille primordiale. Sous l'épiderme il se forme dans la feuille définitive une couche de sclérenchyme plus ou moins épaisse qui fait défaut dans la feuille primordiale. Le genre *Cedrus* fait seul exception à cette règle, l'hypoderme scléreux s'y manifeste avec netteté dès les premières feuilles; déjà même il est indiqué dans les cotylédons. Le sclérenchyme péricyclique qui enveloppe plus ou moins complètement la nervure médiane acquiert un développement plus considérable dans la feuille définitive. De plus, parmi les deux sortes d'éléments qui concourent à constituer ce tissu de soutien (cellules à ponctuations aréolées et fibres à membranes lisses) ce sont les derniers qui caractérisent plus spécialement la forme définitive de la feuille. Le tissu conducteur est aussi plus développé dans la feuille définitive que dans la feuille primordiale, les éléments conducteurs du bois et du liber sont plus nombreux. Dans certains genres (*Abies*, *Pinus*), le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane se bifurque à l'intérieur de la feuille définitive, tandis qu'il demeure simple dans la feuille primordiale.

M. Flot (1) a fait pour la tige des arbres la même étude que M. Daguillon pour les feuilles des Conifères. Lorsqu'on fait germer une graine d'arbre, il y a souvent au-dessus des cotylédons une région de la tige qui présente des caractères spéciaux différents des caractères d'un morceau de tige de même âge pris sur un arbre âgé. M. Flot a fait une étude particulière de ces caractères autant au point de vue de la morphologie interne qu'au point de vue anatomique. L'auteur a appelé *région tigellaire* cette partie de la tige principale qui constitue en quelque sorte un intermédiaire entre la tige et la racine. Dans la région tigellaire les feuilles sont réduites à des écailles peu développées; ce n'est que dans la région caulinaire proprement dite que les feuilles de forme normale se développent; cette particularité seule suffit pour définir d'une façon nette ces deux régions au point de vue de la morphologie externe. De plus la région tigellaire est souvent renflée et toujours glabre alors même que le reste de la tige est couvert de poils. Mais les caractères anatomiques sont plus nombreux et non moins nets que les caractères extérieurs. Dans la région tigellaire on constate en effet :

1° L'apparition du liège plus précoce et souvent plus profonde que dans la région caulinaire ;

2° Un développement plus grand du parenchyme cortical et péricyclique ;

3° L'absence de différenciation dans la zone externe de l'écorce ;

4° Une grande réduction ou même l'absence du sclérenchyme ;

5° L'absence de pointes de bois primaire s'avançant dans la moelle ;

6° Le grand développement du bois secondaire qui forme souvent un

(1) Flot : *Recherches sur la structure comparée de la tige des arbres* (Revue générale de Botanique, 1890).

anneau complet alors que le bois de la région caulinaire est divisé en faisceaux ; les éléments du bois étant d'ailleurs peu lignifiés ;

7° La réduction du diamètre de la moelle ;

LECLERC DU SABLON.

(*A suivre.*)

LES

BAMBUSÉES A ÉTAMINES MONADELPHES

Par M. A. FRANCHET

On peut aujourd'hui citer quatre genres de Bambusées, de la sous-tribu des *Eubambuseæ*, dont les étamines ont leurs filets plus ou moins adhérents entre eux à la base. En 1867, lorsqu'il publia sa monographie des Bambusacées, Munro n'en connaissait que deux, le *Gigantochloa* Kurz, Mss., dont les espèces sont réparties dans l'Inde et dans l'Archipel malais, et l'*Oxytenanthera* Munro, qui offre la même distribution géographique que le précédent et, de plus, possède un représentant dans l'Afrique tropicale.

Dans le *Genera plantarum*, MM. Bentham et Hooker ne donnèrent, pour ce groupe, que les deux genres précédemment établis par Munro; mais M. Hackel put en citer un troisième, le *Puelia* Franch., de l'Afrique tropicale occidentale, dans la famille des *Gramineæ* qu'il rédigea pour les *Natürlichen Pflanzenfamilien*. C'est encore l'Afrique qui fournit au même groupe son quatrième genre, l'*Atractocarpa*, dont l'étude fait plus spécialement le sujet de cette note.

Ce genre *Atractocarpa* Franch., *Bull. de la Soc. Linn. de Paris* (1887), p. 675, auquel l'examen d'une seule fleur mâle, très endommagée, m'avait fait attribuer des étamines à filets libres de toute adhérence entre eux, fut tout d'abord placé par M. Hackel, en considération de ce caractère, au voisinage immédiat du genre *Bambusa;* il s'en écartait pourtant très notablement, ne fût-ce que par la forme de la glumelle supérieure dans la fleur femelle, qui n'était point mince, bicarénée, comme on le voit constamment dans toutes les espèces de *Bam-*

busa, mais coriace, cylindrique, enroulée et dépourvue de carènes; cette particularité jointe à celle de l'existence, dans chaque épillet, d'une seule fleur fertile terminale, rapprochait déjà singulièrement l'*Atractocarpa* des *Oxytenanthera* et du *Puelia*.

Dans un deuxième voyage qu'il fit au Congo en 1867, M. Thollon retrouva la plante aux environs de Brazzaville, mais sous une forme assez sensiblement différente, à feuilles plus grandes, plus longuement atténuées à la base, à inflorescence plus développée; il put, cette fois, la récolter dans des conditions tout à fait favorables à l'étude de l'androcée, c'est-à-dire presque au début de l'anthèse, alors que les fleurs n'avaient encore subi aucune modification dans leurs organes.

Les premiers *Atractocarpa* rapportés par M. Thollon avaient en effet été recueillis à une période voisine de la maturité; la seule fleur mâle qui restait ne présentait plus que quatre étamines dont les filets, allongés comme il arrive chez les Graminées dont la floraison est avancée, semblaient être libres jusqu'à la base, sans trace de monadelphie (1).

L'examen de nouveaux spécimens d'*Atractocarpa* est venu modifier une première appréciation dans ce qu'elle avait d'inexact, affirmant de nouveau l'étroite affinité de ce genre avec avec les *Oxytenanthera* et surtout avec le *Puelia*, puisqu'en réalité les étamines sont au nombre de 6 et brièvement monadelphes à la base.

J'ai dit précédemment que les spécimens récoltés en dernier lieu aux environs de Brazzaville différaient en quelques points des premiers; cette diversité porte non seulement sur les feuilles et sur l'inflorescence, mais aussi et surtout sur la nature des fleurs qui composent chacun des épillets. Ainsi, tandis que dans les premiers individus examinés, les fleurs pourvues de leur

(1) Dans le *Gigantochloa verticillata* Munro, la monadelphie des étamines, bien que très courte, est toujours appréciable au début de la floraison; mais plus tard, lorsque les filets staminaux ont acquis tout leur développement, leur adhérence basilaire devient de moins en moins nette; le même fait se produit peut-être chez l'*Atractocarpa*. Il n'est peut-être pas inutile de faire observer que la monadelphie chez les Bambusées n'est que le résultat d'une légère adhérence des filets due à l'existence d'une dilatation membraneuse si mince et si délicate, qu'elle se rompt sous la moindre pression, au moins sur la plante sèche.

androcée se montraient très rares, leurs épillets n'étant formés que de 3-4 fleurs neutres (1) et presque tous d'une fleur femelle terminale, les nouveaux échantillons de M. Tholon étaient au contraire très riches en fleurs mâles, leurs épillets ne présentant constamment qu'une seule fleur neutre, la plus inférieure de toutes. Je dois ajouter que malgré ces différences assez notables entre les deux plantes récoltées à quelques années d'intervalle, je ne crois pas qu'il y ait lieu de les considérer comme deux types spécifiques distincts.

En réunissant les données fournies par les spécimens envoyés par M. Tholon, on peut établir la description suivante du genre *Atractocarpa :*

Spiculæ e latere compressæ, ovato-oblongæ, acutæ, 4-5 floræ ; glumæ vacuæ 2, naviculares, dorso rotundatæ, obtusæ, 7-9 nerviæ, præter marginem ciliolatam glabræ, inæquales, superiore nunc duplo majore ; glumella superior (nisi in flore supremo) glumis similis, superior tenuis, bicarinata, carinis late aliformibus, ad apicem et secus alas dense ciliata, adpresse tenuissime puberulæ ; glumellæ floris supremi fœminei ab inferioribus dissimiles, inter se conformes, rigide coriaceæ, multinerves, dorso rotundatæ, ecarinatæ, semi involutæ, exteriore interiorem gynœceum foventem arcte involvente ; lodiculæ 3 obovato-spatulatæ, parte superiore fimbriatæ, hyalinæ, gynœceum vel androceum cingentes, scilicet 2 anterioribus, 1 posteriore ; flores omnes unisexuales (adjunctis 1 vel 3-4 neutris), inferioribus masculis cum unico inferiore neutro, vel omnibus neutris, cum uno masculo haud raro deficiente ; *fl. masculus :* stamina 6, filamentis brevibus (saltem inœunte anthesi) basi monadelphis ; antheræ lineares, apice bifidæ et ciliolatæ ; rudimentum floris fœminei nullum ; *flos fœmineus* unicus, terminalis, cum rudimento androcei e staminibus 6 distantibus, effetis, minimis, liberis constante ; ovarium oblongum, glabrum, lodiculis triplo brevius ; stylus ad medium trifidus (nunc bifidus), ramis stigmaticis

(1) C'est-à-dire ne renfermant, au lieu d'une androcée ou d'un gynécée, qu'un corps subulé, allongé, entouré d'ailleurs de 3 lodicules semblables à celles qui ne font jamais défaut dans les fleurs normales, et représentant très probablement un androcée avorté.

parum recurvis, breviter intus papillosis; caryopsis fusiformis, leviter compressa, antice sulcata, glabra, nitida, basi styli indurata, dilatata lobataque coronata et acuminata; scutellum quadratum. — Rhizoma elongatum, longe repens; folia infima ad vaginam adducta; lamina in superioribus sensim ampliata, in supremis nunc fere pedalis, 2 poll. lata, lanceolata, longe acuminato-caudata, basi rotundata vel attenuata, glabra; petiolo brevio cum vagina articulato; textura papyracea, nervis longitudinalibus crebris, tenuibus, nervulis transversis opacis, vix conspicuis; vaginæ ore glabræ; panicula terminalis elongata, anguste paniculata axi angulata breviter pilosa; rami paniculæ nunc brevissimi, nunc magis evoluti, pedicellis, nunc abbreviatis, nunc tenuibus pollicaribus; flores 4 inferiores cum spiculæ axi articulati quam facile secedentes, flore masculo vel neutro superiore flori supremo fœmino arcte contiguo, nec cum illo articulato.

La forme anormale des deux enveloppes qui entourent la fleur femelle de l'*Atractocarpa*, du *Puelia* et des *Oxytenanthera*, jointe à l'absence complète de toute dissemblance entre elles, constituent deux particularités intéressantes qui rendent difficile toute appréciation d'analogie avec les organes de position similaires qui accompagnent les autres fleurs dans le même épillet. Si l'on considère ces enveloppes, ainsi que l'a fait Munro, comme les analogues des glumelles supérieures et inférieures, il faut admettre que la glumelle supérieure de la fleur femelle, dans ces genres, présente des caractères qui ne se retrouvent pas dans celle des autres graminées et une nervation qui doit éloigner toute idée d'assimilation avec un périanthe. A ce dernier point de vue surtout l'enveloppe intérieure des fleurs femelles d'*Oxytenanthera* est absolument distincte de toutes les autres et c'est en se basant uniquement sur la considération de sa position dans la fleur et en faisant abstraction de sa forme et de la multiplicité des nervures, que Munro a pu lui donner le nom de *palea superior*.

D'autre part, c'est en raison de sa forme cylindrique et enroulée ainsi que des caractères de sa nervation d'où résulte l'absence des deux carènes, caractéristiques des glumelles supé-

rieures, que MM. Bentham et Hooker ont refusé ce nom à l'enveloppe intérieure de la fleur femelle des *Oxytenanthera;* ils disent à ce propos : « In flore terminali palea 0, nisi pro palea « glumam intimam sequenti simillimam haberes ». Et, partant de ce principe, ils donnent le nom de glumes « glumæ » (1) aux deux bractées qui accompagnent et enveloppent la fleur femelle des diverses espèces d'*Oxytenanthera*. Il en résulte pour eux que cette fleur doit être considérée comme absolument nue, puisque dans ce genre il n'existe pas même de lodicules et que le gynécée a pour enveloppe protectrice immédiate la *glumelle inférieure.* Ce fait n'est pas isolé d'ailleurs; il se présente dans d'autres genres de Graminées, notamment dans plusieurs Panicées telles que : *Ichnanthus*, *Cenchrus*, *Streptochœta* (genre singulier, celui peut-être qui se rapproche le plus de ceux qui font le sujet de cette note), *Pharus*, *Anomochloa*, etc.; ces exemples viennent ainsi à l'appui de l'opinion des deux auteurs du *Genera plantarum*, et la rendent tout à fait probable. Toutefois, pour plus de clarté dans la description, j'ai dû continuer à appliquer l'appellation de glumelle supérieure à toutes les enveloppes immédiates des androcées et du gynécée dans le genre *Atractocarpa.*

Le tableau suivant résume tout ce qui a été dit précédemment sur les Bambusées à étamines monadelphes de la soustribu *Eubambuseæ*, en établissant les relations qui les rapprochent et les différences qui les séparent.

1. Glumellæ florum omnium heteromorphæ, scilicet glumella inferior multinervis, dorso rotundata, superior tenuis, dorso bicarinato-alata.

Gen. 1. *Gigantochloa* Kurz, ex Munro. — Gramina arborescentia; spiculæ compressæ, dense glomeratæ; flores omnes sæpius hermaphroditi ; lodiculæ 2 vel 3.

(1) On sait que pour MM. Bentham et Hooker, il n'y a dans les fleurs des graminées que des glumes et des *palea:* ces derniers, qui peuvent représenter le périanthe, constituent l'enveloppe immédiate des organes reproducteurs; ils appellent *glumes* non-seulement les bractées stériles placées d'ordinaire à la base des épillets, mais aussi les bractées de deuxième génération qu'on nomme plus habituellement *glumelles inférieures* ou *extérieures.*

2. Glumellæ florum inferiorum (masculorum et neutrorum) heteromorphæ, superiore tenui bicarinato-alata; glumellæ floris supremi (fœminei) homomorphæ, involuto-cylindricæ, utraque multinervis, cartilaginea.

α. Lodiculæ nullæ.

Gen. 2. *Oxytenanthera* Munro. — Gramina arborescentia; spiculæ *tereti-subulatæ*, secus ramos dense glomeratæ, flore unico superiore fertili, hermaphrodito, 1-3 inferioribus (si adsint) masculis vel neutris.

β. Lodiculæ 3 in omnibus floribus.

Gen. 3. *Puelia* Franch. — Herba humilis; panicula terminalis, brevis, secunda, arcuata; spiculæ breviter pedicellatæ, *compressæ;* glumæ ad basin spicularum *3-4 vacuæ;* flores omnes unisexuales, inferioribus varie masculis vel neutris, supremo fœmineo; cariopsis *subglobosa*, antice *non sulcata.*

Gen. 4. *Atractocarpa* Franch. — Herba; panicula terminalis elongata; spiculæ graciliter pedicellatæ, *compressæ;* glumæ ad basin spicularum tantum *2 vacuæ;* flores omnes unisexuales, inferioribus varie masculis vel neutris, supremo fœmineo; cariopsis *fusiformis* antice *sulcata.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE 25

ATRACTOCARPA OLYRÆFOLIA Franch.

A. Partie supérieure de la plante; 1/2 grandeur.

B. Inflorescence, 1/1 grandeur.

1. Épillet complet (gr. 3 fois). — 2. Portion supérieure de l'épillet formé d'une fleur mâle (ou neutre) et de la fleur femelle (gr. 5 fois). — 3. Glumelle inférieure des fleurs mâles ou neutres. — 4. Glumelle supérieure des mêmes, *vue de face.* — 5. La même, *vue de dos.* — 6. Androcée vu par le côté postérieur, avec ses deux lodicules antérieures (gr. 8 fois). — 7. Coupe longitudinale du même pour montrer la portion tubuleuse résultant de l'adhérence des étamines. — 8. Lodicule (gr. 9 fois). — 9. Corps neutre (gr. 10 fois). — 10. Glumelle inférieure de la fleur terminale femelle. — 11. Glumelle supérieure de la même. — 12. Gynécée. — 13. Portion inférieure du gynécée avec l'androcée formé de 6 étamines atrophiées, libres. — 14. Cariopse surmonté par le style épaissi à la base.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES HYBRIDES

Par M. Marcel **BRANDZA** (*Fin*).

IV. — Marrubium Vaillantii (1).

Plusieurs opinions ont été émises sur la nature de cette plante remarquable, qui par ses caractères extérieurs est en grande partie intermédiaire entre le *Marrubium vulgare* et le *Leonurus Cardiaca*.

Mérat (2), le premier, émit l'opinion que le *M. Vaillantii* pourrait bien être un hybride. Pour Bentham (3), cette plante ne serait qu'une forme remarquable de *M. vulgare*. C'est également l'opinion de Cosson et Germain de Saint-Pierre (4).

M. Cogniaux (5), considérant que le *M. Vaillantii* est une plante qui n'a apparu qu'accidentellement et à des longs intervalles, que ses anthères sont presque toutes dépourvues de pollen et ses ovules avortés, conclut que cette espèce ne peut être qu'un hybride entre le *M. vulgare* et le *Leonurus Cardiaca*.

Plus tard, M. Bonnet (6) reprit la question et analysa minutieusement les caractères morphologiques de cette plante. Bien que les feuilles incisées-palmées du *M. Vaillantii* rappellent sensiblement celle du *Leonurus*, et que d'autre part la stérilité

(1) Cosson et Germain de Saint-Pierre, *Flore des environs de Paris*, p. 410.
(2) *Revue de la Flore parisienne*, p. 489.
(3) Bentham : *Prodr.*, XII, p. 454.
(4) *Loc. cit.*
(5) *Bull. Soc. bot. de Fr.*, t. XX, *Sess. extraord.*, p. 24 en note.
(6) *Bull. Soc. bot. de Fr.*, t. XXVI, fig. 282.

de cette plante ait été toujours reconnue, l'auteur pense que le *M. Vaillanti* n'est qu'une monstruosité végétale, une virescence.

En somme la simple morphologie externe ne peut suffire à constater l'hybridité du *M. Vaillantii*. L'anatomie donne des renseignements plus précis.

Ayant eu l'occasion de me procurer un échantillon de cette plante (1), j'ai fait l'étude anatomique de ses différents organes, et j'ai comparé ensuite leur structure avec celle des mêmes parties chez le *Marrubium vulgare* et le *Leonurus Cardiaca*.

1° *Tige*. — La tige du *Leonurus* qui est couverte sur toute sa surface de poils simples, pluricellulaires, présente sur une

Fig. 153 à 155. — A, H, B, coupes schématiques dans la tige : A, *Leonurus Cardiaca*, avec des poils simples sur la tige, de nombreux paquets de collenchyme *c*, et six faisceaux du bois *b*; B, *Marrubium vulgare*, avec des poils ramifiés sur toute la surface de la tige, quatre paquets de collenchyme *c*, et quatre faisceaux du bois *b*; H, *Marrubium Vaillantii*, montrant à sa surface un mélange de poils simples (comme A) et ramifiés (comme B), quatre paquets de collenchyme (comme B) et six faisceaux du bois *b* (comme A) ; — *l*, liber.

coupe transversale la forme d'un rectangle (A, fig. 153) dont les quatre coins sont occupés par des paquets collenchymateux. Sur les deux faces longues du rectangle il existe deux proéminences longitudinales également occupées par du collenchyme. On observe en outre, sur chaque face de la tige, deux groupes de collenchyme, de manière qu'on peut compter en tout quatorze bandes collenchymateuses.

(1) Je dois cet échantillon à l'obligeance de M. Duval, chef de cultures au Laboratoire de biologie de Fontainebleau.

Les faisceaux libéro-ligneux sont également disposés suivant un rectangle. Aux quatre angles de la tige, se trouvent placés quatre gros faisceaux de bois disposés chacun en arc. A côté de ces quatre faisceaux principaux, on rencontre encore, sur chacune des faces larges de la tige, un faisceau plus petit. Le liber, disposé en bande continue, encadre vers l'extérieur les six faisceaux du bois.

La tige du *M. vulgare* possède une structure sensiblement différente. En premier lieu la section de la tige est carrée (B, fig. 153) et toute sa surface est couverte de poils pluricellulaires ramifiés. Le collenchyme ne forme que quatre bandes, chacune d'elles localisée dans un des coins de la tige. Les faisceaux libéro-ligneux sont au nombre de quatre et il n'y pas de faisceaux médians comme dans la tige précédente.

Le *M. Vaillantii* présente, réunis dans sa tige, des caractères propres à chacune des deux espèces précédentes. La section de la tige est carrée comme dans le *M. vulgare;* de même le collenchyme ne forme, comme dans cette dernière espèce, que quatre bandes placées dans les angles de la tige. Au contraire, la disposition des faisceaux libéro-ligneux est dans l'hybride, analogue à celle que nous avons décrit chez le *Leonurus Cardiaca*. Enfin tandis que chez chacune des deux espèces parentes, les poils qui couvrent la tige ont tous la même forme, simple dans la première, ramifiée dans la seconde, sur la tige de l'hybride on retrouve ces deux sortes de poils mélangés ensemble. C'est là un fait important que nous allons retrouver dans d'autres organes de cette plante.

Ainsi, l'étude anatomique montre, d'une manière incontestable, dans la tige du *M. Vaillantii*, des caractères pris aux deux espèces dont il est issu.

2° *Pétiole*. — L'étude de cet organe nous paraît particulièrement intéressante, parce que dans sa structure la juxtaposition des caractères anatomiques particuliers aux parents se fait dans le même sens que dans la tige.

Étudions d'abord le pétiole du *Leonurus Cardiaca*. Sur une

coupe transversale, le pétiole de cette plante (A, fig. 156) présente une partie centrale élargie et échancrée en haut, pourvue de chaque côté d'une petite aile. Le centre de la coupe est occupé par deux faisceaux libéro-ligneux séparés l'un de l'autre par une seule assise de tissu conjonctif. Ces faisceaux ont chacun la forme d'un croissant à concavité tournée vers le centre de la coupe. On remarque en outre, de chaque côté, trois faisceaux plus petits. Toute la surface du pétiole est garnie de poils simples, pluricellulaires, identiques à ceux dont nous avons constaté la présence sur la tige.

Si on examine maintenant le pétiole du *M. vulgare* (B, fig. 156) on voit qu'il s'écarte du type précédent. Les différences

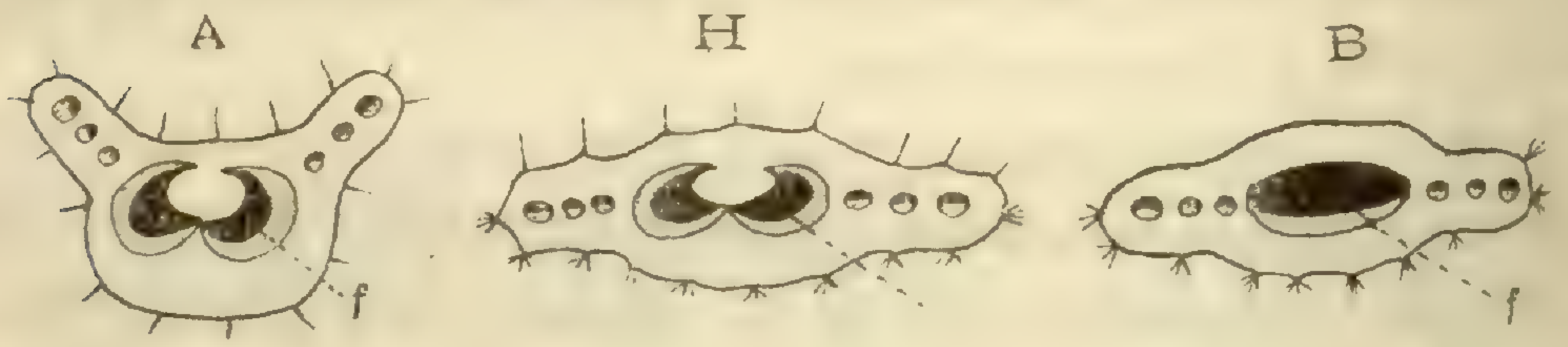


Fig. 156 à 158. — A, H, B, coupes schématiques des pétioles ; A, *Leonurus Cardiaca*, avec des poils simples sur toute sa surface et deux gros faisceaux *f* recourbés au centre ; B, *Marrubium vulgare*, avec des poils simples ramifiés sur sa face inférieure et un seul gros faisceau *f* au centre ; H, *Marrubium Vaillantii* montrant des poils comme A sur sa face supérieure et des poils ramifiés comme B sur sa face inférieure ; en outre au centre du pétiole on trouve deux faisceaux *f* recourbés comme en A.

qu'on rencontre résident à la fois dans la forme générale de la coupe transversale, et dans le nombre et la disposition des faisceaux. La coupe est, en effet, elliptique et les deux ailes latérales sont bien plus accentuées que dans le *Leonurus Cardiaca*. Au centre, on ne rencontre qu'un seul gros faisceau ovale, orienté suivant le grand axe de la coupe. De chaque côté, et suivant la même ligne, se trouvent placés trois petits faisceaux.

Tandis que dans le *Leonurus Cardiaca* toute la surface du pétiole se trouve tapissée de poils, ici ces derniers, ramifiés comme ceux de la tige, sont localisés sur la face interne seulement.

Passons maintenant à l'examen de l'hybride. Nous constatons d'abord que les poils sont, chez ce dernier, différents suivant la

face du pétiole que l'on considère ; comme dans le *Leonurus*, ils sont simples sur la face supérieure du pétiole; au contraire, ils sont ramifiés, comme dans le *Marrubium*, sur la face inférieure.

La section transversale du pétiole de l'hybride (M, fig. 156), bien que présentant une forme identique à celle du *Marrubium*, montre cependant deux gros faisceaux distincts disposés de la même manière que dans le *Leonurus*.

En résumé, le pétiole de l'hybride a la forme du *M. vulgare* et des faisceaux comme dans le *Leonurus*.

3° *Limbe*. — Nous avons vu, précédemment, que le limbe de

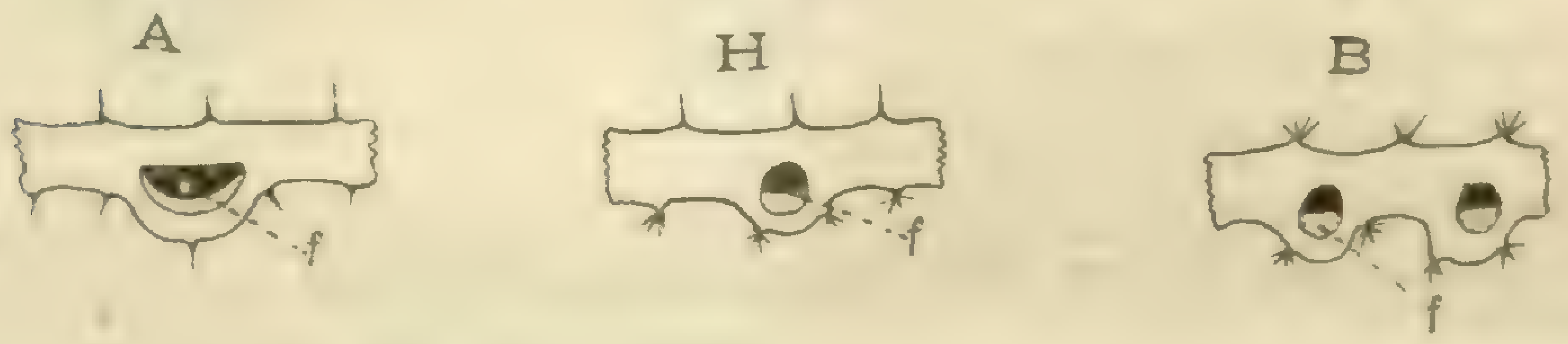


Fig. 159 à 161. — A, H, B, fragments des coupes transversales des limbes : A, *Leonurus Cardiaca* montrant sur ses deux faces des poils simples ; B, *Marrubium vulgare*, avec des poils ramifiés sur ses deux faces ; H, *Marrubium Vaillantii*, avec des poils simples (comme A) sur la face supérieure et ramifiés (comme B) sur la face inférieure. — *f*, faisceaux.

la feuille du *M. Vaillantii* est découpé comme celui du *Leonurus*. Bien que nous n'ayons pu constater aucune différence dans la structure interne du limbe chez ces trois plantes, il nous a été toutefois possible de reconnaître, grâce aux poils qu'on rencontre à sa surface, que le limbe du *M. Vaillantii* présente des caractères des deux espèces parentes.

On se rappelle que dans le pétiole de l'hybride la face supérieure, celle qui regarde vers l'extérieur, présente des poils simples comme dans le *Leonurus*, tandis que les poils de la face interne sont ramifiés comme dans le *M. vulgare*. Les mêmes caractères se retrouvent sur les deux faces du limbe (H, fig. 159). En effet, comme sur le pétiole, la face inférieure du limbe porte des poils ramifiés, tandis que les poils simples sont localisés sur la face externe seulement.

En résumé, l'étude anatomique du *M. Vaillantii*, hybride entre le *Leonurus Cardiaca* et le *M. vulgare*, nous permet de constater dans la structure de ses différents organes *un mélange des caractères anatomiques particuliers aux deux parents.* Ainsi :

1° *En section transversale, le pétiole et la tige de l'hybride ont la même forme générale que le pétiole et la tige du* M. Vulgare, *mais les faisceaux présentent la même disposition que dans le* Leonurus Cardiaca.

2° *Sur la tige de l'hybride on constate un mélange de poils simples comme ceux du* Leonurus, *et de poils ramifiés comme ceux du* Marrubium ; *sur le pétiole et sur le limbe, au contraire, les poils simples sont localisés sur la face externe, et les poils ramifiés sur la face interne.*

V. — Medicago falcato-sativa.

Cette espèce, par la couleur jaune violacée de ses fleurs, ainsi que par la forme de son fruit, est nettement intermédiaire entre le *M. falcata* et le *M. sativa.*

L'anatomie de ses différents organes m'a permis de constater que la structure de l'hybride réalise une sorte de moyenne entre ses deux parents.

Tige. — Si on fait une coupe transversale dans la tige du *M. falcata*, au-dessous de l'inflorescence principale, on lui trouve une forme polygonale irrégulière, présentant un petit nombre d'angles saillants, le plus souvent quatre ou cinq, occupés chacun par un paquet de collenchyme. Les faisceaux libéro-ligneux sont disposés suivant un cercle. Les faisceaux de bois se réunissent vers l'intérieur en une bande continue, tandis que les faisceaux de liber restent distincts les uns des autres. Au-dessus de chaque faisceau, il existe un paquet de fibres péricycliques fortement épaissies.

La tige du *M. sativa* peut être facilement distinguée de celle de l'espèce précédente. D'abord les faisceaux, moins nombreux, sont distincts et séparés les uns des autres par des rayons mé-

dullaires étroits. Remarquons, en outre que le sclérenchyme fait ici défaut. Ainsi, un nombre plus considérable d'angles collenchymateux, une réduction dans le nombre et le développement des faisceaux, absence du sclérenchyme, tels sont les caractères qui permettent, sans peine, de distinguer ces deux *Medicago* l'un de l'autre.

La simple comparaison de nos figures (fig. 162 à 164) suffit pour montrer que la tige du *M. falcato-sativa* est, par sa structure, parfaitement intermédiaire entre celle de ses deux parents. Le

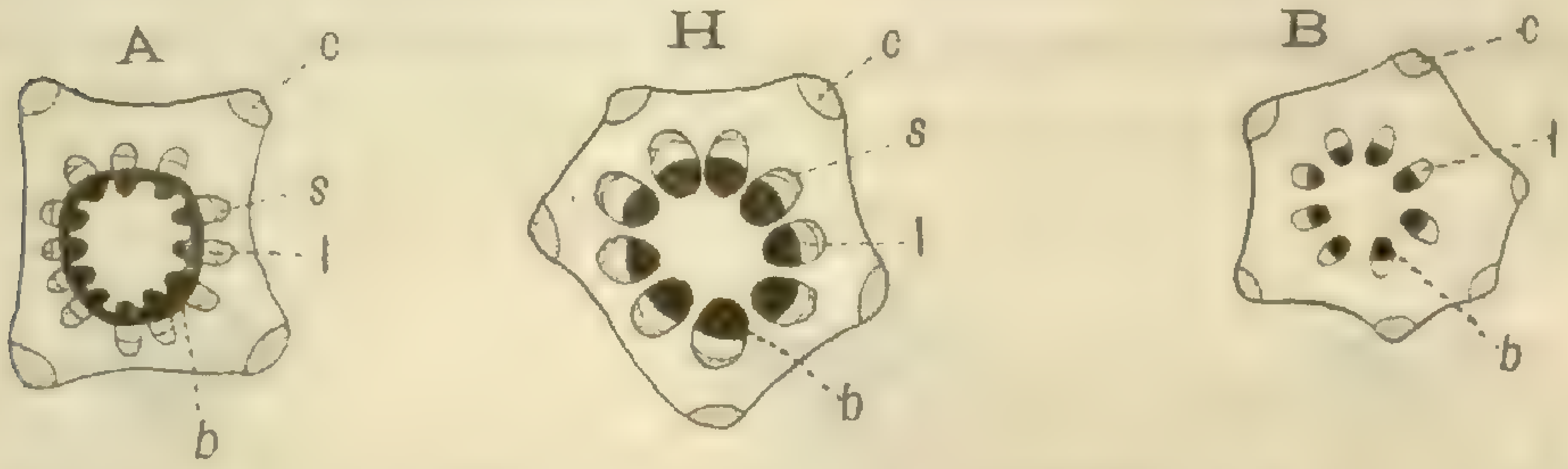


Fig. 162 à 164. — A, H, B, coupes transversales schématiques de la tige : A, *Medicago falcata* avec ses nombreux faisceaux réunis par leur bois *b*, et un petit nombre d'angles collenchymateux *c*; B, *Medicago sativa*, montrant très peu de faisceaux isolés et un nombre plus considérable d'angles collenchymateux *c*; H, hybride, intermédiaire par ses faisceaux et ses angles collenchymateux entre A et B. — *s*, sclérenchyme ; *l*, liber ; *b*, bois.

nombre des angles collenchymateux et des faisceaux, le degré de liquéfaction de chacun d'eux, ainsi que le développement du sclérenchyme, établissent la transition entre le *M. falcata* et le *M. sativa*.

Dans le *pétiole* de l'hybride on constate trois faisceaux situés dans les trois angles de la coupe. Ces faisceaux, par le développement de leurs différentes parties sont également intermédiaires entre ceux des deux parents.

En résumé, dans la tige et dans le pétiole du *M. falcato-sativa*, la structure est intermédiaire entre celle des deux parents.

VI. — Sorbus hybrida.

Il est actuellement établi que le *Sorbus hybrida* a pour parents le *S. aucuparia* et le *S. Aria*. En effet, entre les feuilles

composées du *S. aucuparia* et les feuilles entières du *S. Aria*, les feuilles décomposées du *S. hybrida* établissent une transition très nette.

Il m'a donc semblé intéressant de voir si la structure anatomique du pétiole ne serait pas intermédiaire entre celle des deux parents.

Dans le *S. Aria* la forme de la coupe transversale du pétiole (B, fig. 165) est arrondie, et on reconnaît dans son centre un seul gros faisceau libéro-ligneux. Dans ce faisceau on distingue trois parties, une centrale et deux latérales, chacune d'elles étant recourbée en forme de croissant. A l'extérieur on trouve,

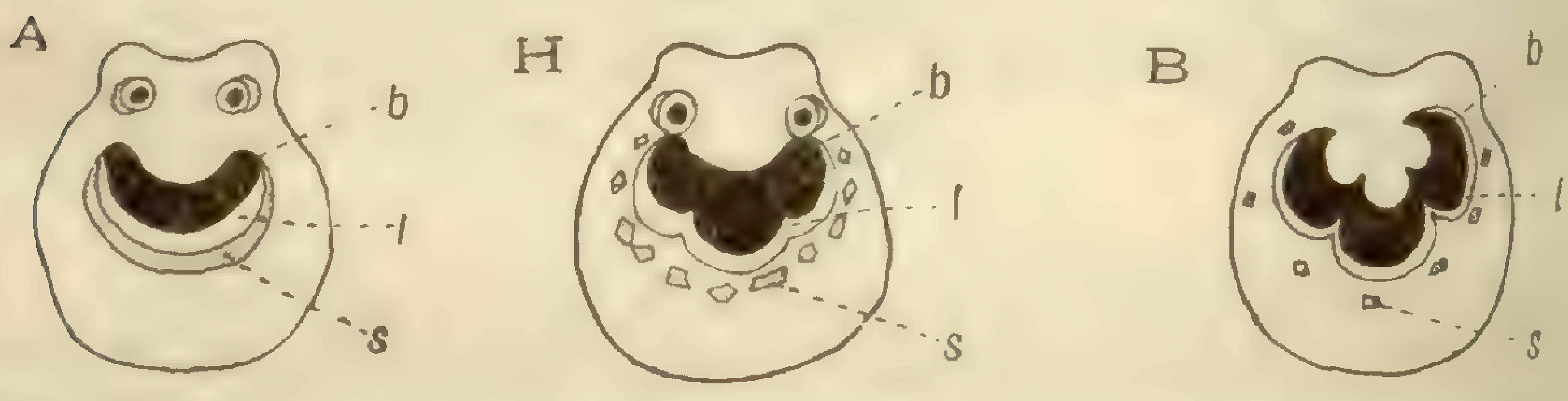


Fig. 165 à 167. — A, H, B, coupes schématiques des pétioles : A, *Sorbus aucuparia*, montrant un gros faisceau médian et deux petits faisceaux latéraux ; B, *Sorbus Aria*, avec un seul faisceau médian divisé en trois ; H, hybride, intermédiaire par ses faisceaux et son sclérenchyme *s*, entre A et B. — *b*, bois ; *l*, liber ; *s*, sclérenchyme.

de distance en distance, quelques fibres péricycliques fortement épaissies.

Cette structure n'est plus la même dans le *S. aucuparia*. Ici, le faisceau central (A, fig. 165) est continu et de chaque côté de ses bords il y a encore un petit faisceau. En outre, le sclérenchyme est très épais et forme une bande continue.

Quant à l'hybride, il est parfaitement intermédiaire par la structure de son pétiole (H, fig. 165), entre les deux plantes précédentes. Le grand faisceau central est légèrement divisé en trois segments et les deux petits faisceaux latéraux sont réunis au faisceau médian. Enfin, le sclérenchyme de l'hybride est, lui aussi, intermédiaire entre les sclérenchymes des deux parents.

La comparaison de la tige et de l'axe floral de l'hybride avec

les organes correspondants des parents nous fournit les mêmes résultats.

En somme, *la structure des différents organes du* S. hybrida *établit une sorte de moyenne entre le* S. Aria *et le* S. aucuparia.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

On peut formuler, relativement aux hybrides que j'ai étudiés, les conclusions suivantes :

1° *Certains hybrides peuvent présenter dans leur structure une juxtaposition de caractères particuliers qu'on retrouve séparément chez les deux parents* (Rosa rugoso-fimbriata, Marrubium Vaillantii).

2° *Dans d'autres exemples, la structure des différentes parties de l'hybride est, pour tous les tissus, simplement intermédiaire entre les deux parents* (Medicago falcato-sativa, Sorbus hybrida).

3° *Enfin, d'autres hybrides ont dans certains organes une structure intermédiaire entre les tissus des deux parents, tandis que dans d'autres organes on y observe une juxtaposition de caractères anatomiques particuliers aux parents* (Cornus tricolor, Cirsium arvense-lanceolatum).

Les exemples précédents font déjà voir quel intérêt peut présenter l'étude anatomique des hybrides. Cette étude permettra, sans doute, en bien des cas, de résoudre des questions que la simple description externe laisse sans solution.

ÉTUDE DES FOLIOLES ANORMALES

DU

VICIA SEPIUM

Par M. William RUSSELL (1).

On sait combien sont intéressantes la plupart des monstruosités végétales et quels précieux renseignements elles peuvent quelquefois nous fournir sur la valeur de certains organes, dont il serait difficile d'interpréter la nature si la tératologie ne venait en aide à l'observateur; néanmoins, les résultats que l'on a obtenus n'ont pas toujours été ce qu'ils auraient pu être si, à un examen détaillé des formes extérieures, on avait joint une étude anatomique des organes monstrueux. La morphologie, en effet, permet dans quelques cas de reconnaître leur nature, mais très souvent aussi les complications sont tellement grandes qu'elle ne peut être d'aucune utilité.

D'ailleurs, même lorsqu'un organe anormal ne présente par sa forme ou par sa situation aucune difficulté d'interprétation, l'anatomie peut encore dévoiler des faits intéressants, car il est bien rare qu'à une anomalie de conformation extérieure ne correspondent pas des modifications de structure.

C'est ce que je vais montrer en abordant l'étude de certaines productions que j'ai rencontrées très fréquemment cet automne sur les *Vicia sepium* et qui résultaient d'une transformation des folioles appartenant aux feuilles composées les plus rapprochées du sommet des rameaux aériens.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau dirigé par M. le professeur Gaston Bonnier.

Parmi ces folioles, les unes étaient simplement enroulées en forme de cornets qui avaient conservé l'apparence foliacée, tandis que les autres considérablement hypertrophiées s'étaient, en apparence, soudées par leurs bords et figuraient des sortes de gousses raccourcies; toutes les folioles transformées, au lieu d'être restées dans le même plan que les autres, s'étaient redressées de façon à avoir leur pointe tournée vers le haut.

On observait du reste tous les passages entre les folioles normales et les folioles modifiées; ainsi, les feuilles situées à quelque distance du sommet portaient à la fois des folioles normales

Fig. 168 et 169. — Extrémités de rameaux du *Vicia sepium* portant des folioles enroulées.

et des folioles en cornets, plus haut on ne trouvait plus que des folioles en cornets et des pseudo-gousses, et enfin dans les dernières feuilles les pseudo-gousses s'étaient complètement substituées aux autres folioles (fig. 168 et 169).

Souvent les entre-nœuds qui séparaient les pétioles de ces feuilles étaient très courts et en même temps les pétioles avaient subi un arrêt dans leur allongement tout en portant cependant un grand nombre de folioles, celles-ci rapprochées les unes contre les autres figuraient alors des espèces de capitules qui pouvaient atteindre une grande dimension.

Cette union des bords opposés d'une feuille a été observée de temps en temps chez quelques végétaux; elle constitue en général une anomalie que les botanistes ont désignée sous le nom d'ascidie, par analogie avec les curieux organes des *Nepenthes*.

Le professeur Morren (1) en 1838 et 1852 a établi une sorte de classification des ascidies, qu'il divise en deux groupes suivant qu'elles résultent de l'union des bords d'une seule feuille, ou de la réunion de deux feuilles. Dans le premier groupe, qui seul doit nous intéresser, il distingue le cas où la feuille a pris la forme d'un cornet et celui où par suite de l'union complète de ses bords elle figure une sorte de capuchon ; d'après lui, une trentaine de plantes dont un *Vicia* dont il ne donne pas le nom spécifique peuvent présenter des feuilles qui rentrent dans le premier cas, tandis que le second n'a été observé que chez une Tulipe : la *Tulipa gesneriana.....*

Des ascidies en forme de cornets ont été signalées par de Candolle (2), chez le *Pisum sativum* et le *Lathyrus tuberosus*. M. Dutailly (3) a décrit avec détail ceux du *Pisum sativum* qui d'après lui ont l'aspect de cornets foliacés fortement évasés situés à l'extrémité de rameaux. M. de Lanessan (4) a retrouvé des ascidies semblables chez le *Spinacia oleracea*, l'étude anatomique lui a montré que les cellules du mésophylle étaient beaucoup plus développées dans la région moyenne que dans les régions sous-épidermiques et que les faisceaux étaient rejetés dans le tiers interne du limbe.

Récemment M. Lachmann (5) a signalé la présence de feuilles ascidiées chez le *Staphylea pinnata*, mais s'est borné à des considérations de morphologie externe, d'ailleurs les ascidies du Staphylea sont encore des ascidies en cornets.

Il résulte donc de cette courte bibliographie que la plupart des ascidies que l'on connaît revêtent la forme de cornets, et que les ascidies en forme de capuchons telles qu'on en observe chez le *Vicia sepium* ne se rencontrent que très rarement. Cette plante est d'autant plus intéressante qu'elle présente à la fois les deux sortes d'ascidies.

(1) Morren : Bull. Acad. Roy. Bruxelles, 1838, t. V, p. 582 et 1852, t. XIX, p. 437.
(2) De Candolle : Monstruosités végétales.
(3) Dutailly : Bulletin de la Société Lin., 1879, p. 25.
(4) De Lanessan : Bull. Soc. Lin., 1876, p. 71.
(5) Lachmann : *Note sur des folioles ascidiées d'un Staphylea pinnata* (Bull. de la Soc. Bot. de Lyon, 1886).

Pour expliquer la structure d'une ascidie il est nécessaire de bien connaître celle d'une foliole normale, c'est donc par l'étude anatomique d'une de ces dernières que je vais commencer, après quoi je mettrai en parallèle celle d'une foliole ascidiée.

Les folioles de *Vicia sepium* sont très minces et ne comprennent entre leurs épidermes que quatre ou cinq assises de petites cellules.

L'épiderme formé de cellules sensiblement cubiques est plus haut à la face supérieure qu'à la face inférieure, il est fortement cutinisé à la face supérieure.

L'assise de parenchyme située au-dessous de l'épiderme supérieure est palissadiforme, tandis que les cellules de l'assise sous-épidermique inférieure ne se distinguent de celles qui constituent la zone moyenne du limbe qu'au-dessous de la nervure médiane, où elles sont réunies en un hypoderme légèrement collenchymateux. Les cellules de la zone moyenne, ou mésophylle, sont allongées dans le sens de la largeur du limbe et laissent entre elles de nombreux méats ; le nombre des assises de cette zone est variable selon la partie de la foliole considérée, on en compte deux sur les bords, trois près de la nervure médiane et une seule au-dessous du faisceau qui occupe cette nervure.

Quant au faisceau lui-même, il se compose d'une portion libéro-ligneuse, assez grosse, entourée d'un péricycle d'une assise de cellules sur les côtés, dédoublé du côté libérien en deux rangs de cellules sclérenchymateuses mêlées de quelques fibres et divisé dans sa région sous-palissadique en nombreuses fibres qui vont s'appuyer contre l'assise en palissade.

Toutes les cellules du parenchyme de la foliole normale sont abondamment pourvues de chlorophylle.

Lorsqu'on fait des coupes transversales d'une ascidie à des hauteurs différentes, on voit qu'il n'y a soudure des bords du limbe qu'à la base, dans tout le reste les bords sont seulement appliqués l'un contre l'autre, mais si étroitement, que vus extérieurement, ils semblent coalescents.

L'épaississement du limbe n'est pas uniforme, il atteint son

maximum de chaque côté de la nervure médiane et va en s'atténuant sur les bords (fig. 170).

Les différentes assises de la foliole non modifiée se retrouvent, mais sont toutes caractérisées par le grand développement de

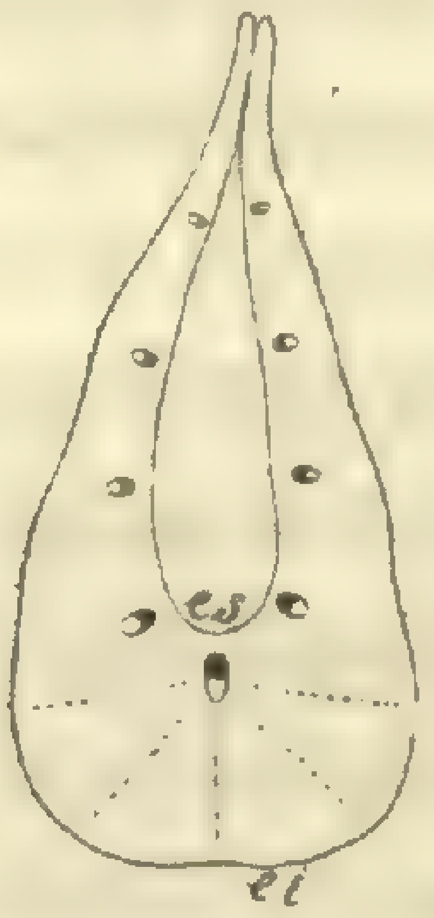


Fig. 170. — Schéma d'une coupe transversale d'ascidie de *Vicia sepium*, montrant les faisceaux rejetés vers la face supérieure de la feuille. Les lignes pointillées figurent la disposition rayonnante des cellules de la 3e assise.

leurs éléments, elles ont du reste subi des modifications très intéressantes (fig. 171).

L'épiderme supérieur, qui tapisse la face interne de l'ascidie, est représenté sur les bords par de petites cellules cubiques qui

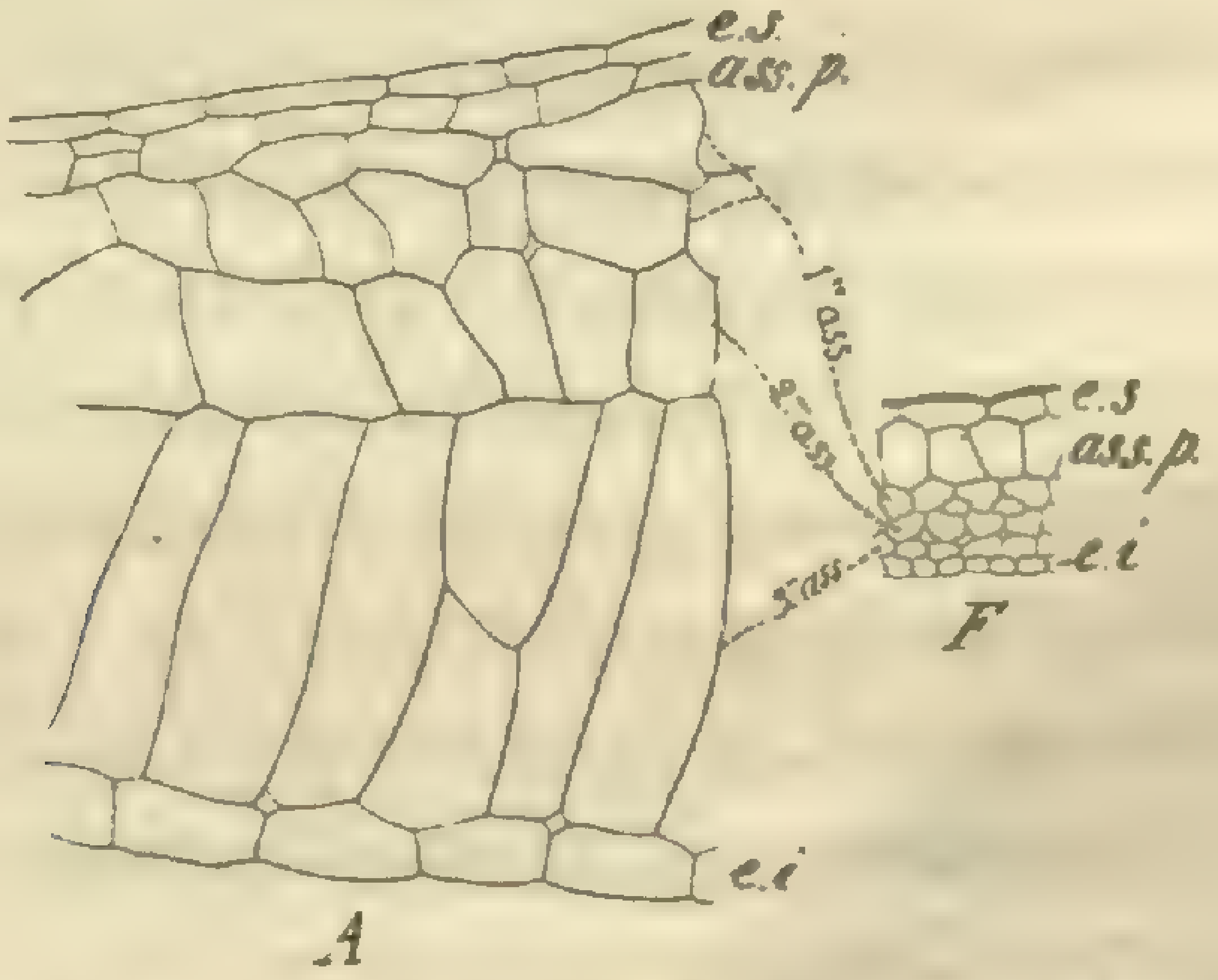


Fig. 171. — Fragment de coupes transversales d'une foliole ascidiée A et d'une foliole normale F de *Vicia sepium*, vues au même grossissement; *es*, épiderme de la face supérieure; *ei*, épiderme de la face inférieure; *ass. p.*, assise en palissade; 1re *ass.*, 2e *ass.*, 3e *ass.*, assises du ménophylle.

à mesure que l'on avance vers la nervure médiane s'aplatissent peu à peu de façon à devenir complètement tabulaires; l'épiderme inférieur, au contraire, formé sur les bords de cellules à peu près semblables à celles correspondantes de l'épiderme supérieur est composé dans tout le reste de très grosses cellules qui ont ce-

pendant conservé la forme cubique. L'assise en palissade a, comme l'épiderme supérieur, éprouvé une sorte de compression et s'est fréquemment divisée en plusieurs couches, particulièrement au-dessus de la nervure médiane.

Les cellules de l'assise sous-épidermique inférieure et celles de la zone moyenne sont complètement transformées; au lieu d'un tissu lacuneux à très petits éléments, on voit d'énormes cellules constituant un tissu serré ne présentant que quelques petits méats. Ce tissu, qui représente à lui seul plus des 2/3 de l'épaisseur du limbe, a ses éléments augmentant progressivement de volume, depuis les bords jusqu'à la nervure médiane; on peut dire que c'est lui qui règle l'épaississement de l'ascidie.

Ses différentes assises se comportent différemment: l'assise sous-palissadique, désignée sous le nom de première assise dans la figure 171, semble encore participer de la sorte de compression qu'ont éprouvée les cellules des assises supérieures; ses cellules sont étirées tangentiellement et sont en général divisées en deux par des cloisons transversales, fréquemment dans ce cas les cellules inférieures restent indivises, tandis que les supérieures prennent plusieurs cloisons radiales. Les cellules des deux assises de la face inférieure de la foliole sont au contraire allongées dans le sens de l'épaisseur du limbe; l'allongement est même des plus remarquables dans la troisième assise ou assise sous-épidermique inférieure, qu'elles transforment en un véritable tissu en palissade. L'accroissement en longueur des cellules de cette assise est tel, qu'à elles seules, elles contribuent pour moitié à l'épaississement du limbe; ces cellules au lieu d'être dirigées perpendiculairement aux deux épidermes traversent le limbe obliquement; elles affectent en quelque sorte une disposition rayonnante autour du faisceau médian, car leurs extrémités supérieures prolongées viendraient se rencontrer dans ce faisceau.

Les cellules de la deuxième assise sont en général moins hautes que celles de la troisième, cependant dans quelques cas elles peuvent être aussi longues et quelquefois même elles l'emportent en dimension sur celles-ci.

Par suite du grand développement qu'ont pris les cellules de la face inférieure, les faisceaux semblent rejetés dans la zone supérieure de la foliole ; ils ne sont pas du reste sensiblement modifiés: on n'observe en effet qu'une légère réduction des éléments ligneux et libériens et une diminution dans le nombre des fibres et des cellules sclérifiées du péricycle.

Les folioles transformées en ascidies sont très pauvres en chlorophylle, les grandes cellules des parois externes n'en contiennent pas et elle ne se trouve en quantité appréciable que dans les cellules des parois internes, exception faite bien entendu de la couche épidermique.

L'étude de la structure d'une ascidie permet aisément d'expliquer par quel mécanisme une foliole peut s'enrouler autour de sa nervure médiane de manière à mettre ses bords opposés en contact; en effet, j'ai montré que les cellules de la moitié inférieure du limbe sont à larges sections et qu'à l'exception des cellules épidermiques, elles sont beaucoup plus hautes que larges, tandis qu'au contraire les cellules de la moitié supérieure plus petites sont étirées dans le sens de la largeur. C'est donc par suite de la prédominance d'accroissement des cellules de la zone inférieure sur celui des cellules de la zone supérieure que l'enroulement a dû s'effectuer ; il est probable que la disposition rayonnante des cellules de la moitié inférieure a singulièrement aidé à l'accomplissement de ce phénomène.

Les modifications éprouvées par les folioles retentissent souvent sur le pétiole qui les porte ; celui-ci, ainsi que je l'ai dit plus haut, subit un arrêt dans son allongement ; d'autres fois la vrille qui le termine disparaît ; presque toujours sa forme change et tend à devenir cylindrique. Dans ces pétioles anormaux, les cellules de l'épiderme supérieur sont beaucoup plus grandes que celles de l'épiderme inférieur, ce qui est l'inverse de ce que l'on voit dans un pétiole non modifié.

Les cellules du parenchyme ont un très grand diamètre, surtout celles de la région moyenne; enfin on observe une grande

réduction des paquets fibreux péricycliques, très gros dans les pétioles normaux.

Connaissant le mécanisme de la formation des ascidies, il était intéressant d'en rechercher les causes déterminantes. Cette partie de la question a toujours été laissée de côté par les botanistes qui ont écrit sur les ascidies.

La transformation des folioles du *Vicia sepium* m'a paru, si je puis m'exprimer ainsi, un fait presque normal, car je l'ai observée sur presque tous les pieds que j'ai eu l'occasion de rencontrer cet automne soit dans les bois de Verrières, soit dans la forêt de Fontainebleau. Cette déformation semblait particulière à cette espèce de *Vicia*, car elle ne se voyait ni sur le *Vicia Cracca* ni sur le *Vicia sativa* qui habitaient les mêmes parages; en outre, loin d'être favorable à la plante, elle paraissait plutôt lui être nuisible, car les rameaux ascidifères étaient en géneral chétifs et dépourvus de fleurs.

Lorsqu'on ouvre une ascidie en écartant l'un de l'autre les bords en contact, on ne trouve à son intérieur qu'une matière jaunâtre qui imprègne la paroi des cellules épidermiques. La présence de cette substance, et, en même temps, certaines déchirures qu'offrait la paroi interne m'ayant porté à croire que peut-être un insecte n'était pas étranger à leur formation, j'eus l'idée d'ouvrir de très jeunes ascidies et j'ai en effet constaté qu'elles renfermaient chacune une ou plusieurs larves fixées par une sorte de rostre aux parois des cellules épidermiques au-dessus de la nervure médiane.

Ces larves de couleur blanc jaunâtre sont apodes et à nombreux segments très visibles ; elles appartiennent probablement à quelque cécidie.

Ainsi, la présence de larves nées, je suppose, dans la région épidermique, a suffi pour déterminer l'hypertrophie et l'enroulement des folioles, qui, en rapprochant leurs bords, ont constitué une cavité close dans laquelle la larve a pu se développer et d'où elle est sortie plus tard lorsque son évolution a été terminée.

Il se dégage même de ces faits une particularité intéressante ; on sait en effet que dans la plupart des galles les larves vivent

dans l'intérieur des tissus dont l'hypertrophie a été déterminée par leur présence ; ici, au contraire, l'insecte exerce pour ainsi dire une action à distance, car, libre dans la cavité formée par l'enroulement de la feuille, il amène une modification dans des tissus avec lesquels il n'est pas en contact.

Il est probable que les insectes interviennent fréquemment dans la formation des ascidies et qu'un grand nombre des feuilles ascidiées signalées par les botanistes proviennent de feuilles normales qui ont été modifiées par la présence de quelque insecte.

En résume le Vicia sepium *fournit un exemple de folioles transformées en ascidies par suite de la piqûre d'un insecte. Cette piqûre a déterminé une inégalité d'accroissement des cellules des faces supérieure et inférieure d'où est résulté un enroulement de la foliole autour de sa nervure médiane comme axe.*

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890 (*Fin*).

Dans une tige âgée d'un an M. PRUNET (1) a étudié les modifications qu'éprouvent les faisceaux libéro-ligneux en passant de la tige à la feuille et la structure comparée des nœuds et des entrenœuds. Avant de passer dans une feuille, un faisceau ligneux subit de profondes modifications : les vaisseaux deviennent plus nombreux et d'un calibre plus faible ; les vaisseaux ponctués font place aux vaisseaux annelés et spiralés ; les éléments de soutien, fibres et cellules ligneuses, sont remplacés par du parenchyme mou. Une fois dans la feuille, le faisceau reprend ses caractères primitifs et sa structure normale.

En comparant la structure d'un nœud à celle d'un entrenœud de la même tige, M. Prunet a trouvé des différences notables. Aux nœuds, les cellules de l'épiderme, de l'écorce et de la moelle sont beaucoup plus grandes et quelquefois plus nombreuses qu'à l'entrenœud, tandis que les éléments de soutien sont beaucoup moins abondants. Les faisceaux du bois, même ceux qui ne passent pas dans la feuille, sont profondément modifiés et ces modifications sont celles qui ont été décrites dans les faisceaux qui passent de la tige à la feuille. D'une façon générale, les nœuds sont modifiés de façon à pouvoir servir de réservoir à l'eau et aux matières nutritives élaborées par la feuille et à faciliter les échanges entre la tige et la feuille.

M. DANIEL (2) a étudié la structure des bractées qui entourent les capitules de Composées. Il a trouvé que la structure des bractées différait d'une façon bien notable de la structure des feuilles. Dans une bractée le parenchyme renfermant de la chlorophylle est composé de cellules arrondies formant ordinairement une couche vers la face inférieure de la bractée ; du côté de la face supérieure se trouve au contraire le plus souvent du parenchyme incolore. La disposition des tissus est donc dans la bractée inverse de ce qu'elle est dans la feuille. Cela tient à ce que les conditions d'éclairement sont aussi renversées, la face supérieure de la bractée appliquée contre le capitule recevant moins de lumière que la face inférieure. L'auteur fait ensuite une étude spéciale du stéréome de la bractée et en tire des caractères utiles pour une classification ; puis, dans les bractées de toutes les

(1) Prunet : *Sur les faisceaux foliaires* (Comptes rendus, séance du 28 avril 1889). *Sur la structure comparée des nœuds et des entrenœuds de la tige des Dicotylédones* (Comptes rendus, séance du 17 avril 1890).

(2) Daniel : *Structure de la feuille et des folioles de l'involucre dans les Chicoracées, les Corymbifères et les Cynarocéphales* (Bull. de la Soc. bot. de France, séances du 14 décembre 1888, 8 février et 8 mars 1889).

Cynarocéphales et de quelques Corymbifères, il signale la présence de l'inuline qui ne se trouve qu'exceptionnellement dans les feuilles.

Dans un travail plus étendu (1), M. Daniel a entrepris l'étude détaillée des Composées européennes au point de vue de leur classification par les caractères anatomiques. Cet essai donne des résultats remarquables pour les Corymbifères et les Chicoracées. Dans les Cynarocéphales, au contraire, les caractères tirés de la structure anatomique de la bractée n'ont d'intérêt que comme caractères spécifiques, car les espèces d'un même genre sont parfois très différentes sous ce rapport.

Dans un chapitre physiologique, M. Daniel se demande si le sclérenchyme des bractées, souvent développé en dehors de la chlorophylle, est transparent pour la lumière nécessaire à l'assimilation. Plusieurs séries d'expériences mettent en évidence cette transparence du sclérenchyme.

M. Daniel reprend aussi, dans un des chapitres de son mémoire, l'étude de l'inuline dans les capitules des Composées, sujet sur lequel il avait déjà publié une note préliminaire (2). Rare dans les Chicoracées et les Corymbifères, l'inuline est très fréquente dans les Cynarocéphales. L'auteur fait voir que l'inuline du capitule des Composées est une réserve de courte durée qui est utilisée entièrement pour le développement de l'ovaire et surtout des fruits.

Le mémoire de M. Daniel comprend une seconde partie beaucoup plus générale qui traite de l'influence qu'exerce l'orientation sur la structure des feuilles, des bractées et des sépales dans d'autres plantes que les Composées. L'auteur résume dans un tableau toutes les structures de feuilles qu'il a observées et montre quel est le rapport de ces structures avec leur orientation par rapport à la lumière.

Parmi les conclusions de cette seconde partie, citons les suivantes:

L'orientation de la gaine des feuilles est constante et telle qu'on y trouve toujours le type hétérogène renversé ; la structure des bractées diffère presque toujours de celle des feuilles végétatives, soit par son stéréome, soit par la forme et la disposition des parenchymes ; l'orientation du limbe des feuilles végétatives est peu variée, mais on y rencontre accidentellement le type hétérogène renversé correspondant au renversement du limbe.

Tout le monde a été frappé de l'aspect tout particulier que présentent les plantes croissant au bord de la mer ; M. Lesage, après avoir étudié un grand nombre de plantes maritimes, est arrivé aux conclusions suivantes: 1° la feuille d'une même espèce est généralement plus épaisse au bord de la mer qu'à l'intérieur des terres et cette augmentation d'épaisseur est accompagnée d'un grand développement du tissu palissadique ; 2° les méats intercellulaires et les lacunes se réduisent au bord de la mer ; 3° la chlorophylle diminue. M. Lesage a vérifié ces résultats de l'observation en cultivant certaines plantes (*Pisum sativum*, *Linum grandiflorum*, *Lepidium sativum*) dans

(1) *Recherches anatomiques et physiologiques sur les bractées de l'Involucre des Composées* (Annales des Sciences naturelles de Botanique, 1890).

(2) Comptes rendus de la Société de Biologie (1889).

un sol plus ou moins salé. Les plantes cultivées dans un sol salé présentaient les caractères des plantes poussant au bord de la mer (1).

Les résultats importants des études d'anatomie expérimentale faites par M. Lesage sont précédés d'une longue étude (2) portant sur 90 espèces réparties entre 32 familles où l'auteur compare la structure des feuilles, chez les mêmes espèces, des individus placés à des distances inégales du bord de la mer. D'une manière générale et en laissant de côté un certain nombre d'espèces peu sensibles aux modifications de milieu, M. Lesage y trouve les différences qu'il a ensuite réalisées expérimentalement : augmentation du tissu en palissade, diminution des méats, réduction de la chlorophylle.

Il résulte de l'ensemble des recherches très intéressantes de M. Lesage, que les plantes maritimes supportent une forte proportion de sel marin plus facilement que les autres plantes ; résistent mieux à l'appauvrissement de la chlorophylle par le développement du tissu palinadique. Mais on ne peut pas dire que ces plantes prospèrent mieux au bord de la mer, au contraire. On serait tenté d'admettre que c'est par suite d'une élimination dans la lutte pour l'existence qu'elles se trouvent le plus souvent localisées sur les sols salés.

M. Sauvageau (3) a consacré une série de notes à l'anatomie de la racine des plantes aquatiques. Dans plusieurs genres (*Zostera*, *Cymodocea*, *Posidonia*, *Potamogeton*) l'auteur a décrit des vaisseaux du bois et des tubes criblés bien caractérisés, mais c'est surtout à l'étude de l'appareil de soutien qu'il s'est attaché. Au point de vue de cet appareil, les plantes submergées qui croissent dans l'eau douce ou l'eau de mer ne se comportent pas toutes de la même façon. Quelques-unes peuvent posséder un stéréome puissant composé de cellules de sclérenchyme nombreuses et fortement épaissies (*Posidonia Caulini*, *Potamogeton plantagineus*, *Pot. polygonifolius*, *Pot. natans*), d'autres épaississent leurs parois sans les lignifier (*Zostera marina*, *Z. nana*, *Cymodocea æquorea*, etc.), et leur système mécanique est un véritable collenchyme, d'autres enfin sont dépourvues d'appareil de soutien (*Najas major*, *N. minor*).

M. Dangeard (4) a étudié le passage de la tige à la racine chez les Phanérogames ; il s'est surtout attaché à rechercher le mode d'insertion des faisceaux des cotylédons sur les faisceaux de la racine et les rapports de nombre et de position qui existent entre ces faisceaux. Lorsque la racine possède deux ou quatre faisceaux ligneux, il y a également deux ou quatre faisceaux dans le pétiole de chaque cotylédon. Si le nombre des faisceaux

(1) Lesage : *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (Comptes rendus, séance du 2 juillet 1889. Voir aussi Revue générale de botanique, 1890).

(2) Voir Lesage : Thèse pour le Doctorat (Rennes, 1890).

(3) Sauvageau : *Sur la racine des Najas. Contribution à l'étude du système mécanique des plantes aquatiques* (Journal de botanique, 1889).

(4) Dangeard : *Le mode d'union de la tige à la racine* (Comptes rendus, séance du 15 octobre 1888 et du 3 février 1890, le Botaniste, 1re série, p. 75).

de la racine varie de quatre à huit, le nombre des faisceaux de chaque cotylédon reste de quatre. Chez les Gymnospermes, lorsque le nombre des cotylédons est supérieur à trois, le nombre des faisceaux de la racine est moitié moindre. Dans tous les cas, sauf pour quelques exceptions reconnues depuis, le plan médian d'un cotylédon passe toujours par un faisceau de la racine.

Dans la partie anatomique de son travail sur les tubercules, M. Seignette (1) étudie la structure et le développement des parties renflées d'un grand nombre d'espèces ; il a ainsi déterminé avec certitude non seulement la nature de l'organe renflé mais encore la région de l'organe dont le développement a produit la tubérification. De toutes les descriptions données par l'auteur, il résulte que les tissus vasculaires et fibreux sont proportionnellement moins développés dans les parties tubérifiées. D'autre part, quelle que soit la nature des tissus où les réserves s'accumulent, les cellules qui les constituent sont à parois relativement minces et leur forme est peu allongée dans le sens de l'organe qui contient ces tissus. C'est de la sorte que le bois et le liber secondaires prennent dans les tubercules la même apparence que l'écorce et la moelle. Ainsi s'expliquent certaines erreurs des auteurs relativement à la constitution anatomique des tubercules. Parmi les espèces les plus spécialement étudiées par l'auteur, citons : le *Stachys tuberifera*, le *Cyperus esculentus*, le *Veratrum album*, l'*Asparagus officinalis*, etc.

M. Henri Duchartre (2) a fait une étude anatomique très complète du sous-genre *Lemoinea* renfermant les Bégonias tubéreux proprement dits. En suivant le développement, il a constaté que le tubercule était formé par la partie supérieure de l'axe hypocotylé, les autres parties de la plantule n'ayant qu'une existence transitoire. L'accroissement annuel du tubercule résulte de l'activité d'une assise génératrice qui forme du côté interne un parenchyme secondaire susceptible lui-même de divisions d'ordre tertiaire et donnant ainsi naissance à des faisceaux libéro-ligneux. Dans la partie du travail concernant la tige et la feuille, l'auteur étudie avec détail la marche des faisceaux, la nature des tissus, la désarticulation des tiges et des feuilles.

M. Robinson (3) a étudié les anomalies de structure de la tige du *Phytocrene macrophylla*. Dans cette tige l'anneau du bois secondaire est d'épaisseur irrégulière ; vis-à-vis des parties les plus minces du bois l'anneau libérien est plus épais et s'enfonce dans le bois. De plus il se forme dans une même tige plusieurs couches génératrices qui donnent autant d'anneaux libéro-ligneux de plus en plus irréguliers. En suivant le développement de cette tige, l'auteur a reconnu qu'avant l'apparition des formations secondaires le liber primaire formait un anneau continu autour du bois au

(1) Seignette : *Recherches sur les tubercules* (Revue générale de botanique, 1889).
(2) Henri Duchartre : *Observation sur le sous-genre Lemoinea E. Fourn.* Paris, 1889.
(3) Robinson : *Beiträge zur Kenntniss der Stammanatomie von Phytocrene macrophylla* (Botanische Zeitung, nº 40, 41, 42 et 48, 1889).

lieu d'être disposé par faisceaux. Puis c'est dans les intervalles qui séparent les faisceaux du bois primaire que le bois secondaire se développe le moins et le liber secondaire le plus. Plus tard une seconde couche génératrice se forme en partie dans le péricycle, en partie dans le liber secondaire et donne naissance à des tissus irrégulièrement disposés; le bois formé par cette seconde assise ne forme plus un anneau continu, mais seulement des faisceaux isolés. Les couches génératrices qui se forment à l'extérieur de la seconde, dans des régions de plus en plus difficiles à définir exactement, donnent lieu à des tissus de plus en plus irrégulièrement disposés.

M. Lignier (1) a fait une étude anatomique très étendue des organes végétatifs des Lécythidées, Napoléonées et des Barringtoniées; il arrive par des considérations anatomiques à réunir ces trois groupes de végétaux en une seule famille, la famille des Lécythidacées. Cette conclusion, confirmant d'une façon très nette le résultat que fournit un examen attentif de la fleur, montre les services que l'anatomie peut rendre à la classification.

M. Johow (2) a publié un mémoire important sur les plantes dépourvues de chlorophylle qui vivent sur des matières organiques en voie de décomposition. Ces plantes qu'on appelle quelquefois *humicoles* appartiennent aux familles des Orchidées, Burmanniacées, Triuriacées, Pyrolées, Monotropées et Gentianées. Au point de vue de la morphologie externe, elles sont caractérisées par l'absence de chlorophylle, le peu de développement des feuilles ordinairement réduites à des écailles. Au point de vue anatomique, la racine de ces plantes se distingue par l'absence de poils radicaux, le grand développement de l'écorce et la réduction du système vasculaire. Dans presque toutes les racines, l'auteur a trouvé en abondance un mycélium de Champignon qu'il lui a été difficile de déterminer; il pense que c'est là un cas de cymbiose. La transpiration étant très faible à cause de l'absence de chlorophylle, on n'est pas surpris de voir le système conducteur de la tige très réduit et les stomates absents sur la tige comme sur les feuilles. L'*Epipogon aphillum* est la seule plante humicole qui porte des stomates et encore sur son rhizome seulement. Les graines sont très petites, ne renferment que très peu de matières de réserves et ont un embryon peu différencié.

Dans une étude très complète sur l'Halfa (*Stipa tenacissima*) (3), M. L. Trabut étudie l'anatomie de cette Graminée. Le rhizôme, la feuille, la racine sont étudiés avec détails. Quelques lignes relatives à l'influence du climat sec et

(1) Octave Lignier : *Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des Lécythidacées* (Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, t. XXI, 1890).

(2) Johow : *Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biologischen und anatomisch entwickelunsgeschichte Verhaltnissen* (Jahrbücher fur wissenschaftliche Botanik, t. XX, p. 475).

(3) L. Trabut : *Étude sur l'Halfa* (Mémoire ayant obtenu le premier prix au concours ouvert par le Gouvernement général de l'Algérie. — Alger, 1889).

du climat humide sur la structure de l'Halfa sont particulièrement intéressantes au point de vue de l'anatomie expérimentale. M. Trabut montre que les expositions sèches et chaudes favorisent le développement du tissu fibreux et le commerce a reconnu les deux formes résultant d'une adaptation à des conditions climatériques différentes.

LECLERC DU SABLON.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1889 (1)

L'inépuisable question du pléomorphisme des bactéries continue à passionner plusieurs savants. Le mémoire de M. Winogradsky sur les sulfobactéries, analysé ici l'année dernière, portait un coup sensible à la théorie du pléomorphisme en démontrant l'inexactitude de faits importants invoqués par ses partisans. M. METCHNIKOFF apporte des faits nouveaux à l'appui de cette théorie (2). Il a remarqué dans les étangs d'Odessa, peuplés par des millions de *Daphnia magna*, un certain nombre de ces cladocères qui se distinguaient par leur couleur rouge écarlate, tandis que la couleur naturelle de cette espèce est jaune clair. L'observation microscopique montra que la coloration anormale des daphnies avait pour cause le parasitisme d'une bactérie. Il étudia celle-ci et la vit passer par une remarquable série de transformations. Il la désigne sous le nom de *Spirobacillus Cienkowskii*, en mémoire d'un champion de la théorie du pléomorphisme. Les transformations observées par M. Metchnikoff sont, si elles existent réellement, bien propres à discréditer toute distinction morphologique chez les bactéries. Il annonce en effet que le même micro-organisme présente d'abord la forme de cellules ovoïdes longues de 3 à 5 μ, ressemblant plus à des levûres qu'à des bactéries pour la forme (fig. 172 : 1), mais se rattachant aux bactéries par la scissiparité ; puis celle de bacilles droits (fig. 2-5) ; puis celle de grands bacilles courbes (fig. 6, 7) ; puis celle de spirilles (fig. 8-10) ; puis celle de petits bacilles courbes (fig. 11, 12), de filaments minces (fig. 13), et enfin de spores (fig. 14).

En présence de résultats d'une si grande portée, le lecteur est en droit de se montrer difficile sur les preuves. Or, M. Metchnikoff fournit, comme unique preuve de ses assertions, des séries d'observations microscopiques du contenu de daphnies malades. Il n'a réussi à cultiver le spirobacille dans aucun milieu nutritif.

Aussi M. WINOGRADSKY ne considère-t-il pas la question comme jugée par les faits nouveaux que présente M. Metchnikoff. Il déclare (3) que la théorie

(1) Quelques mémoires parus en 1889 trouveront bien place dans la Revue des travaux publiés en 1890.

(2) El. Metchnikoff : *Contribution à l'étude du pléomorphisme des bactériens* (Ann. de l'Institut Pasteur, 1889, p. 61).

(3) S. Winogradsky : *Sur le pléomorphisme des bactéries* (Ann. de l'Institut Pasteur, 1889, p. 249).

pléomorphiste moderne repose sur des fautes d'observation toujours attribuables à la même cause d'erreur : on n'a pas observé directement les phénomènes de développement dans leur continuité. Il ne prétend pas d'ailleurs qu'on ne trouvera pas d'espèces de bactéries pléomorphes ; il peut bien en exister comme il existe des algues et des champignons pléomorphes ; il ne prétend pas davantage qu'on ne puisse, à l'exemple des jardiniers et des agriculteurs pour les plantes de culture, produire lentement chez les bactéries des variétés constantes, résultat tenté par M. Wasserzug, avec un

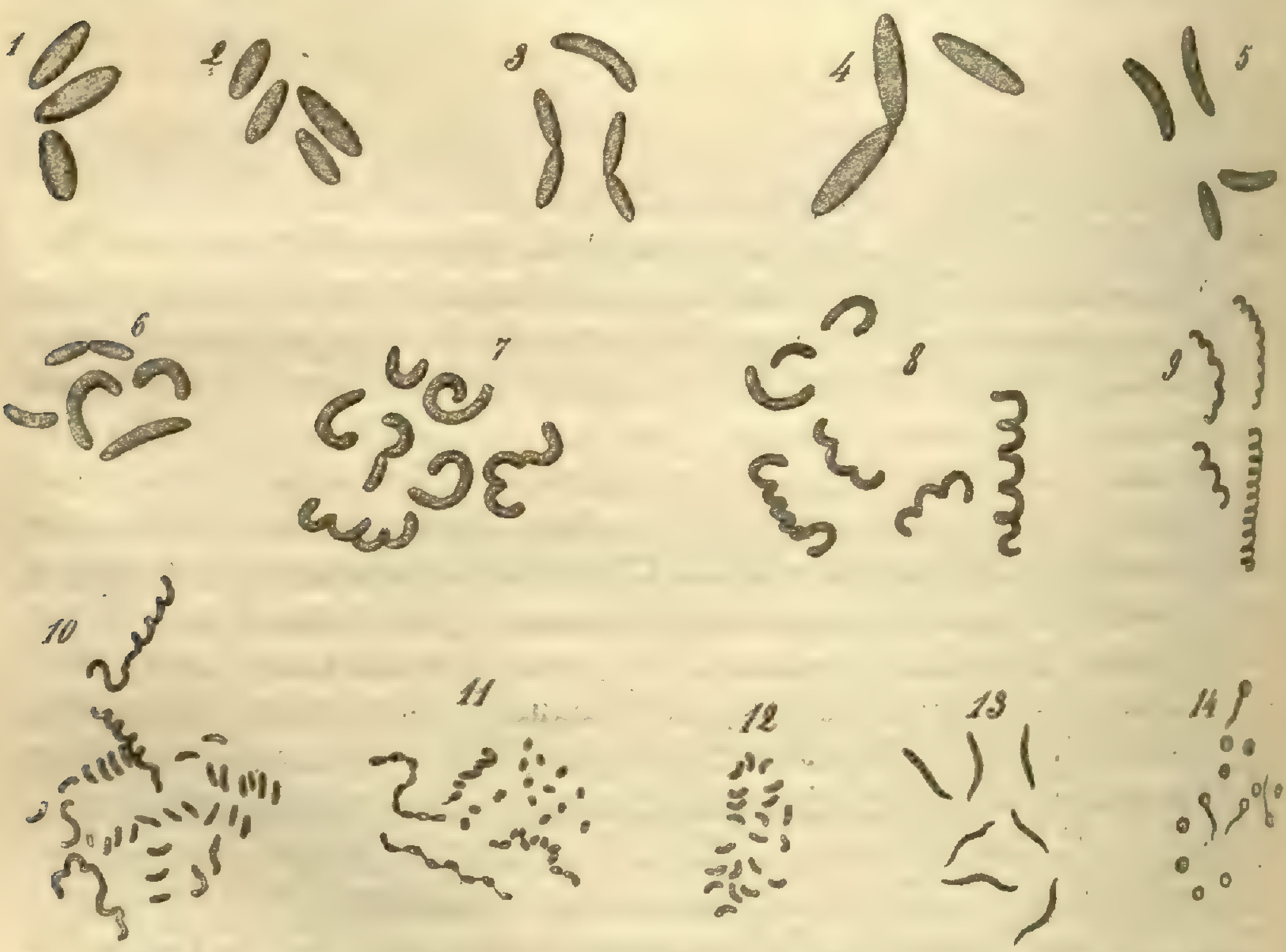


Fig. 172 à 185. — États successifs du *Spirobacillus Cienskowskii*. Toutes les figures ont été faites à la chambre claire de Nachet, et avec un grossissement de 2020 fois (oc. 5 et obj. 1/18 de Zeiss). — 1. Stade du bactérium à cellules ovales pris chez une Daphnie de couleur grisâtre. — 2. État un peu plus avancé. — 3. État de bacille pris chez une Daphnie de couleur gris pâle. — 4. Bacilles pris chez une Daphnie de couleur grisâtre. — 5. Bacilles plus minces et plus recourbés (*a*) pris chez la même Daphnie 12 heures après les bacilles de la figure 4. — 6. Bacilles recourbés pris chez une autre Daphnie. — 7. Stade de transformation de bacille en spirille pris chez la Daphnie de la figure 3, 19 heures plus tard. — 8. Suite de la transformation en spirilles, d'un autre exemplaire de Daphnie. — 9. État de spirillum complet. — 10. Redressement des spirilles et leur désagrégation. — 11. Désagrégation de spirilles en articles ovoïdes très petits. — 12. Bacilles recourbés provenant d'une Daphnée rouge. — 13. État de filaments après la mort de la Daphnée. — 14. État de sporulation. (D'après Metchnikoff.)

médiocre succès il est vrai. Ce que M. Winogradsky nie, en s'appuyant sur les faits bien observés, c'est le pléomorphisme des bactéries *en général*.

M. Metchnikoff (1) répond que la méthode recommandée par son contra-

(1) El. Metchnikoff : *Note sur le pléomorphisme des bactéries* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 265).

dicteur, l'observation directe des phénomènes de développement dans leur continuité, est très bonne en elle-même, mais qu'il est injuste d'en exiger l'application dans les cas où elle est inapplicable, si une autre méthode peut aussi donner des résultats sûrs.

Le malheur est que la méthode par laquelle M. Metchnikoff a étudié le *Spirobacillus Cienkowskii* ne saurait inspirer une confiance absolue.

Après ces questions relatives à la morphologie, si nous passons à la physiologie des organismes microscopiques, nous trouvons de nombreux travaux à signaler. On sait que deux genres de vie se rencontrent chez ces êtres, la vie aérobie et la vie anaérobie; cette dernière est naturellement la plus difficile à étudier. M. Foureur (1), après avoir décrit les différents procédés employés jusqu'à présent pour la culture à l'abri de l'oxygène, indique une technique nouvelle dont il est l'auteur en collaboration avec M. R. Wurtz. Cette technique, dont nous ne pouvons donner ici le détail, est fondée sur le déplacement de l'air dans les vases à culture au moyen du gaz d'éclairage, et la conservation des milieux nutritifs privés d'air sous une couche liquide imperméable à l'oxygène, de préférence une couche de pétrole. Elle est combinée surtout en vue de la culture sur milieu solide. Elle supprime l'emploi de tout appareil dispendieux ou encombrant, et se recommande par la simplicité de l'outillage comme des manipulations. Quant aux résultats obtenus, ils sont très satisfaisants : l'auteur a pu cultiver, par ses procédés, sur milieu solide, le vibrion septique, le *Bacillus butyricus*, et même la bactérie du charbon symptomatique, dont la culture sur milieu solide avait été tentée sans succès par plusieurs expérimentateurs. Seul M. Roux avait obtenu des cultures de cet organisme sur gélose (2).

La *durée de la vie* des micro-organismes dans les milieux où ils ont terminé leur période de vie active est un point sur lequel nous ne possédons encore que des données éparses, et il n'en pourrait être autrement puisqu'il n'y a pas un grand nombre d'années que l'on sait faire des cultures pures. M. Duclaux a entrepris l'étude systématique de cette question depuis 1885 (3). Il avait alors montré que pour les bactéries les meilleures garanties de durée étaient la conservation à l'abri de l'air dans un milieu légèrement alcalin. Ce mode de conservation a été appliqué par l'auteur à huit espèces dont il connaissait bien les conditions de rajeunissement (4). Toutes ont été retrouvées vivantes au bout de dix ans. D'autres espèces, moins connues de M. Duclaux, ont donné des résultats moins sûrs, les unes ont pu être rajeunies, les autres n'ont pas pu l'être, sans qu'il soit permis d'affirmer qu'elles étaient mortes, parce que le liquide où elles étaient semées, reconnu propre au développement de leurs cellules adultes, pouvait ne pas l'être au rajeunissement de leurs spores.

(1) Albert Foureur : *Étude sur la culture des micro-organismes anaérobies* (Thèse pour le doctorat en médecine. Paris).

(2) Roux : Ann. Inst. Pasteur, 1887.

(3) E. Duclaux : *Sur la vie des germes de microbes* (Ann. de chim. et de phys., 6e série, t. XV).

(4) E. Duclaux : *Sur la conservation des microbes* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 78).

Les espèces qui se sont certainement conservées étaient des ferments des matières albuminoïdes. Il ne faudrait pas étendre à tous les micro-organismes les résultats trouvés pour elles. Les levûres, par exemple, ne se conservent pas dans les mêmes conditions. La privation d'air abrège leur vie. C'est dans des vases permettant le libre accès d'un air pur de germes qu'elles se conservent le plus longtemps. M. Duclaux (1) a examiné à ce point de vue des ballons qui avaient servi à M. Pasteur en 1873 et 1874 pour ses célèbres expériences sur la bière, et qui avaient été conservés depuis ce temps en communication avec l'air par des tubes de verre effilés. Les uns contenaient une levûre dans la bière faite par elle, les autres avaient reçu à l'origine de la levûre et de l'eau sucrée acidulée par un peu d'acide tartrique. Sur 25 ballons essayés, M. Duclaux en trouve 5 où la levûre est morte. Sur ces 5 cas de mort, 3 sont dus à un titre alcoolique trop élevé (56^{cc}, 54^{cc}, 46^{cc}, d'alcool par litre); les deux autres à une acidité relativement considérable, qui s'était développée sous l'influence de la vie de la levûre.

Les levûres retrouvées vivantes ont permis à M. Duclaux de traiter une question accessoire d'un grand intérêt. Les levûres sur lesquelles opérait M. Pasteur étaient-elles pures? Sont-elles restées semblables aux descriptions qu'en a données M. Pasteur? S'il y avait mélange, quelles étaient les espèces distinctes contenues dans les mélanges? Il s'agissait donc de traiter chacun de ces échantillons de levûre comme un mélange, et d'en séparer et d'en caractériser les espèces présentes. L'auteur n'emploie pas pour cette recherche la culture sur milieux solides, qui peut avoir pour effet de rendre introuvables les espèces déjà en minorité dans un mélange. Il emploie la sélection par inégalité de résistance aux conditions qui gênent le développement sans l'empêcher. Les conditions choisies sont : 1° la culture en milieux légèrement alcalins ; 2° la culture en milieux acides. Cette recherche a montré que sur 20 ballons empruntés aux anciennes expériences de M. Pasteur, 18 contenaient des levûres pures, et 2 contenaient des mélanges de deux levûres ; les étiquettes faisaient savoir que ces deux derniers ballons avaient été ensemencés par M. Pasteur, non avec des semences purifiées par sa méthode, mais avec des levûres de brasserie. Parmi les levûres des 18 premiers ballons, plusieurs avaient été décrites par M. Pasteur dans ses *Études sur la bière;* rajeunies, elles se rapportaient exactement à ces descriptions. M. Duclaux conclut que la méthode de séparation qu'employait M. Pasteur, fondée sur la différence des propriétés physiologiques des levûres, ne le cède pas à la méthode si vantée des cultures sur gélatine, et peut même, suivant le problème à résoudre, se montrer supérieure à cette dernière. Chaque technique a ses avantages particuliers. La meilleure est celle que l'expérimentateur institue spécialement en vue de la question qu'il traite.

La *nutrition* des organismes grands et petits est une fonction encore fort mal connue. La définition même du mot *aliment* est, comme le montre M. Duclaux (2), impossible à donner avec précision. Nous ne pouvons que

(1) E. Duclaux : *Conservation des levûres* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 375).
(2) E. Duclaux : *Sur la nutrition intracellulaire* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 97).

très imparfaitement, chez les êtres supérieurs, suivre l'aliment dans son transit au travers de l'appareil digestif et de l'appareil circulatoire. Les difficultés sont bien moindres quand il s'agit d'êtres dont le corps est réduit à une simple cellule. « Si je rappelle, dit M. Duclaux, qu'il n'y a, au point de vue de la nutrition, aucune ligne de démarcation entre les cellules des microbes et celles des animaux supérieurs, que partout les mêmes matières alimentaires sont rendues nutritives par les mêmes diastases, servent à des élaborations toutes pareilles, et fournissent les mêmes produits, dont les uns entrent dans la construction de l'édifice cellulaire et les autres sont rejetés, on voit que les microbes nous fourniront un terrain excellent pour l'étude de la nutrition intime de la cellule, puisque avec eux cette cellule pourra être mise directement en présence de l'aliment, sans les intermédiaires obscurs par lesquels il faut passer chez les animaux supérieurs. »

D'abord, quels sont les principes définis qui peuvent servir d'aliments? Il y a des micro-organismes qui sont très délicats sur le choix des aliments; ce ne sont pas ceux-là que nous consulterons. Nous nous adresserons de préférence aux espèces facilement polyphages, telles que les levûres, et surtout les moisissures. M. Laurent (1) a étudié à ce point de vue une levûre haute employée à Bruxelles pour la préparation de la bière brune. On fournit à cette levûre un milieu minéral (eau, sulfate d'ammoniaque, phosphate de potasse, sulfate de magnésie) auquel on ajoute la matière organique que l'on veut essayer comme aliment, et l'on voit s'il y a ou non développement. M. Laurent a constaté de cette manière que la levûre peut emprunter sa matière organique à une foule de substances. Peuvent servir d'aliments hydrocarbonés, notamment les sucres, les substances hydrocarbonées susceptibles de se convertir en sucre par hydratation (glycogène, dextrine, empois d'amidon), la gomme arabique, la gélose, divers alcools polyatomiques, divers acides à l'état libre ou à l'état de sels (acide acétique, lactique, malonique, succinique, pyrotartrique et malique), des amides, quelques alcaloïdes, la peptone, la caséine, l'albumine de l'œuf, etc. M. Laurent donne aussi une longue liste de substances reconnues non assimilables, où nous relevons les alcools monoatomiques et les acides gras autres que l'acide acétique.

Parmi tous les corps assimilables, les sucres connus comme fermentescibles sont les seuls qui aient fourni de l'alcool. Les autres corps assimilables ne peuvent servir d'aliments à la levûre qu'au contact de l'air, tandis que les sucres fermentescibles peuvent nourrir la levûre en l'absence de l'oxygène. Ce point a été démontré depuis longtemps par M. Denys Cochin, qui a formulé cette loi : « jeunes ou vieilles, nées en présence ou en l'absence de l'air, les cellules (de levûre) ont besoin, pour vivre, soit de l'air, soit du sucre (2) ».

(1) E. Laurent : *Nutrition hydrocarbonée et formation de glycogène chez la levûre de bière* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 113). — *Recherches sur la valeur comparée des nitrates et des sels ammoniacaux comme aliments de la levûre de bière et de quelques autres plantes* (Ibid., p. 362).

(2) Denys Cochin : *De la fermentation alcoolique et de la vie de la levûre de bière privée d'air* (Ann. de chim. et de phys., 5e série, t. XXI, p. 558, 1880).

M. Laurent a cherché aussi quels composés azotés minéraux pouvaient fournir l'azote à la levûre et à d'autres plantes ; les composés examinés sont l'ammoniaque, l'acide nitrique et l'acide nitreux. Les nitrites se sont montrés absolument inassimilables pour la levûre ; les nitrates n'ont permis qu'un très faible développement. Les sels ammoniacaux ont au contraire donné de bons résultats. Ainsi l'azote de l'ammoniaque est préféré par la levûre à l'azote de l'acide nitrique. Il en est de même pour les bactéries vulgaires ; mais on ne saurait appliquer cette conclusion à d'autres organismes. Diverses moisissures s'accommodent aussi bien des nitrates que des sels ammoniacaux ; et quant aux plantes supérieures, pois, maïs, avoine, *Lolium perenne*, etc., essayées par M. Laurent, tantôt elles acceptent indifféremment l'ammoniaque ou les nitrates, tantôt elles préfèrent les nitrates. Dans la pratique agricole les nitrates ont une influence plus régulière et plus manifeste, mais ici on n'assiste plus à un phénomène simple : les aliments fournis peuvent être modifiés dans le sol par les bactéries avant d'être employées par les plantes cultivées.

Tels sont les principaux résultats obtenus relativement à la recherche des corps qui peuvent servir d'aliments. Mais que deviennent ces aliments dans la cellule ? De quelle manière sont-ils utilisés ?

La levûre, comme beaucoup d'autres végétaux, n'emploie pas ses aliments au jour le jour pour satisfaire des besoins immédiats. Elle se crée une réserve. M. Pasteur a le premier signalé l'existence d'une réserve hydrocarbonée dans la levûre. La nature en a été recherchée par divers savants. En 1882 M. Errera (1) déclarait que la levûre contenait du glycogène. M. Laurent (2) a de nouveau recherché le glycogène dans la levûre au moyen de la coloration rouge que ce corps donne avec l'iode. Il a remarqué que dans les milieux où la croissance est rapide la réserve de glycogène peut facilement passer inaperçue ; qu'elle est au contraire très abondante dans un milieu solide, où l'accroissement de la levûre est gêné. Ainsi dans du moût de bière gélatinisé les cellules de levûre sont, au bout de trois ou quatre jours de culture, gorgées de glycogène. L'auteur a cherché à doser ce principe, mais il n'a pu employer que des méthodes dont la rigueur est loin d'être absolue. La plus grande proportion de glycogène emmagasinée par la levûre qu'il ait trouvée s'élevait environ à 32,5 p. 100.

M. Duclaux, dans le mémoire déjà cité, a cherché à préciser autant que possible le rôle et le sort de chaque aliment assimilé par la cellule. Il s'est surtout servi dans ses recherches de l'*Aspergillus niger* et quelquefois du *Penicillium glaucum*, plus rustique. Ces deux espèces, très facilement polyphages, ont l'avantage d'exiger moins de précautions que les bactéries et même que les levûres contre l'envahissement des micro-organismes étrangers.

Rôle du saccharose. — C'est l'aliment par excellence pour l'Aspergillus niger. Ajouté au milieu minéral convenable, il donne lieu au développement normal de la plante. Dans le même milieu, sans sucre (liquide Raulin privé

(1) L. Errera : *L'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des végétaux* (Bruxelles, 1882).

(2) *L. c. cit.*, p. 118.

de sucre et d'acide tartrique), une spore d'*Aspergillus niger* germe et pousse un tube mycélien. Mais une fois la réserve consommée, la végétation s'arrête. Si l'on fait une culture en milieu complet, puis qu'on supprime le sucre à divers moments de la végétation (en décantant le liquide primitif, lavant et introduisant le liquide non sucré), on observe des résultats différents. Si la privation de sucre a lieu quand le mycélium est bien développé, mais que les tubes sporifères ne sont pas encore formés, le développement se continue sans sucre jusqu'au bout; seulement les tubes sporifères ne se forment qu'en petit nombre; leurs capitules sont incomplets et restent bruns au lieu de passer au noir. Le nombre des spores du chapelet est toujours médiocre. Si

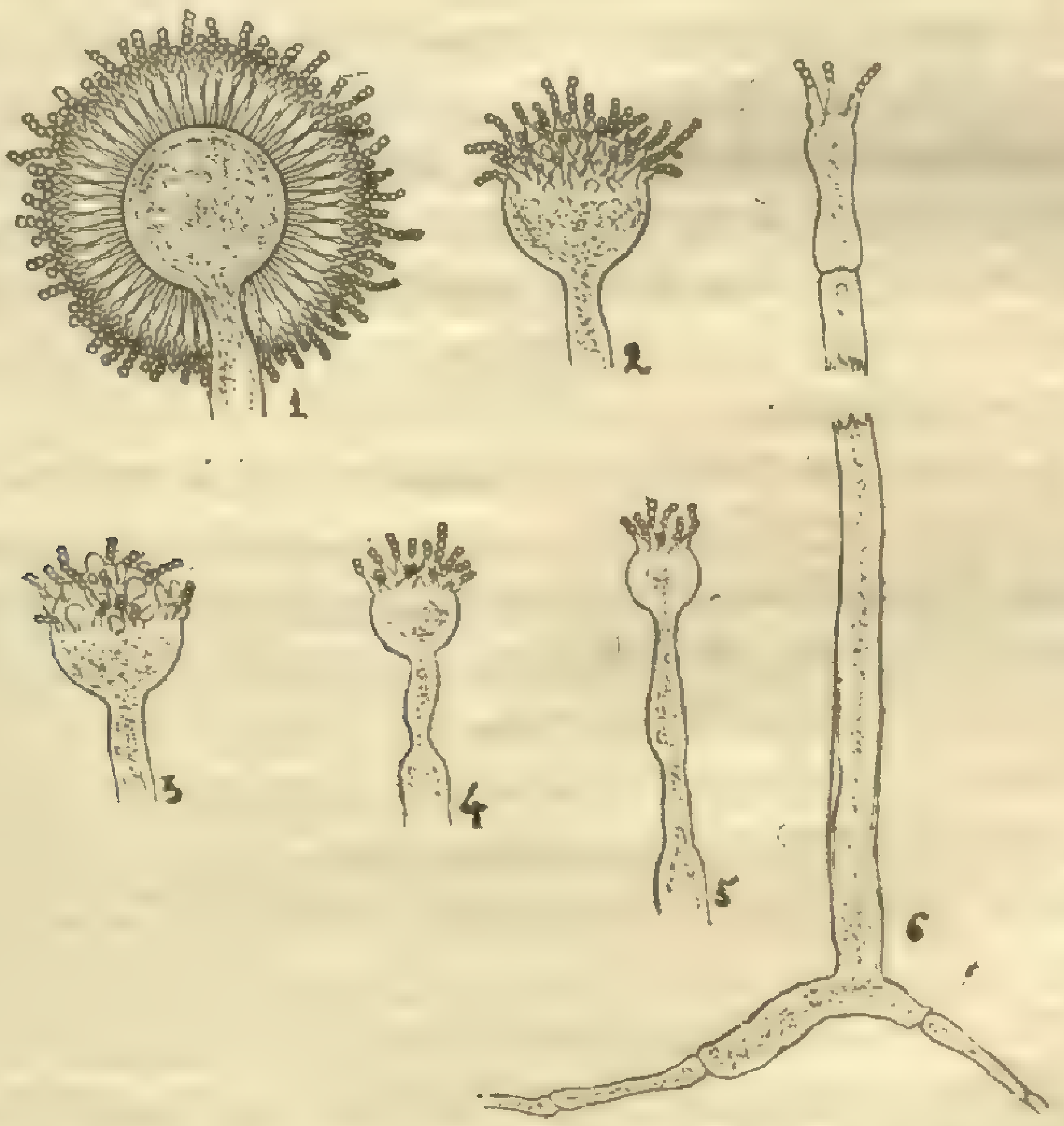


Fig. 186 à 191. — *Aspergillus niger* (grossissement 500). — 1, renflement conidien normal obtenu dans la culture sur liquide Raulin. — 2, 3, 4, 5, 6, formes diverses de la fructification des cultures pures sur bouillon Liebig ou dans l'eau de levûre. On remarquera qu'en 6 le filament fructifère s'est cloisonné. (D'après Duclaux.)

l'on supprime le sucre quand les tubes sporifères sont déjà formés, le développement se poursuit à peu près aussi bien et aussi complètement qu'en présence du sucre. Donc les spores se construisent à l'aide de réserves. Celles-ci peuvent être formées par la plante au moyen du sucre et des sels ammoniacaux.

On peut subvenir aux besoins de la plante en supprimant le sucre, mais alors il faudra fournir, au lieu de sels ammoniacaux comme source d'azote, une matière azotée plus directement assimilable, par exemple du bouillon Liebig ou du bouillon de levûre. Dans ce cas on obtient un développement complet, aboutissant à des spores fertiles, mais la fructification est très imparfaite. Les spores, très peu nombreuses, brunes ou même jaunâtres, sont portées sur un renflement terminal réduit à de très petites dimensions (fig. 186 : 2, 3, 4, 5, et 6).

Rôle du lactose. — Il est absolument impropre à la nourriture et à la construction des jeunes tissus. Il est au contraire un véritable, quoique médiocre aliment pour la plante adulte.

Le rôle de la *mannite* est à peu près le même. Elle est brûlée encore plus lentement par la plante adulte avec formation intérimaire d'acide oxalique.

Amidon. — A l'état d'empois il est liquéfié, puis saccharifié par l'amylase que sécrète la plante, et consommé exactement comme le sucre avec production intérimaire d'acide oxalique.

Il en est tout autrement quand on emploie l'amidon cru. M. Duclaux modifie le liquide Raulin en supprimant toute matière hydrocarbonée (l'acidité nécessaire est obtenue par l'acide sulfurique au lieu de l'acide tartrique, et à ce liquide il ajoute, comme unique aliment hydrocarboné, de l'amidon cru. Dans ce milieu les spores d'Aspergillus ne peuvent pas germer. La plante adulte peut au contraire y vivre ; les grains d'amidon sont alors lentement corrodés; un peu de sucre apparaît et est brûlé avec formation intérimaire d'acide oxalique. Les divers grains d'amidon présentent une résistance variable. En somme l'amidon cru est un aliment pour la plante adulte, mais un aliment médiocre.

Alcools. — L'alcool ne peut servir d'aliment aux spores. Il convient au contraire très bien au mycélium déjà formé. Il est brûlé presque aussi vite que le sucre et permet un développement complet. L'Aspergillus en supporte jusqu'à 6 et 8 p. 100 dans le liquide nourricier. Au delà de cette proportion l'alcool produit un effet toxique.

Avec les alcools supérieurs (alcools butylique et surtout amylique) on observe des effets toxiques même à faible dose.

La glycérine à faible dose se comporte comme le lactose ; à dose élevée elle tue la plante.

Acide tartrique. — Cet acide peut servir comme unique aliment hydrocarboné. L'Aspergillus en supporte et en brûle des doses assez considérables. Si l'on fait des cultures successives sur du liquide Raulin sans sucre, mais renfermant sa dose normale d'acide tartrique (4 grammes par litre) on obtient une dégénérescence manifeste : les capitules ont une couleur noire de moins en moins foncée. Après un nombre suffisant de générations il ne se forme plus que des spores à peine colorées en brun verdâtre. Une culture en liquide normal sucré ne suffit pas pour rendre à la plante ses caractères normaux; à la troisième culture en milieu sucré ces caractères sont rétablis. La dégénérescence est beaucoup moins accentuée si dans le liquide Raulin non sucré on ajoute une dose d'acide tartrique supérieure à la dose normale, par exemple 15 à 20 grammes par litre.

Autres acides organiques. — L'acide *acétique* est toléré et brûlé jusqu'à des doses considérables, qui peuvent aller jusqu'à 8 et 10 p. 100. L'acide *butyrique* est aussi toléré et brûlé, mais à des doses plus faibles qui ne peuvent guère dépasser 2 grammes par litre. Au delà de cette proportion il est tout à fait toxique. A la dose de 5 grammes par litre il tue les filaments mycéliens. Le butyrate de chaux est au contraire facilement consommé.

Si l'on donne à la plante des mélanges d'acide acétique et d'un autre acide (butyrique, tartrique, lactique), tous ces acides étant à des doses que

la plante peut supporter, l'analyse du liquide montre que l'acide acétique disparaît plus vite que chacun des trois autres.

Une conclusion ressort de l'ensemble de ces recherches, c'est que la valeur d'un aliment n'est pas une chose absolue, mais relative aux conditions dans lesquelles se trouve la plante. « Il y a des aliments de croissance, d'âge mûr, de réserve, d'attente, des aliments de fonction qui ne sont utiles qu'à une certaine période de la vie de la plante et pour certaines de ses cellules .. » Ces notions ne sont pas nouvelles, mais elles sont ici étayées sur des faits précis et sur des mesures exactes.

Dans un second mémoire (1) M. Duclaux étudie la nutrition intra-cellulaire dans des conditions toutes spéciales. Quand une levûre est cultivée dans un milieu nutritif sucré, une fois la fermentation terminée elle cesse de se multiplier; mais, si elle n'est pas privée d'air, elle reste vivante et peut se conserver, comme nous l'avons vu plus haut, pendant des années. Ce n'est pas, comme pour certains organismes, à l'état de spores que cette levûre se conserve. Il se forme, à la vérité, des spores dans certains cas; mais dans les vieux dépôts de levûre ces spores sont en petit nombre. Si, comme l'a fait M. Duclaux (2), on sème dans un liquide nutritif contenu dans une petite cuve à recouvrement placée sous le microscope un petit nombre de cellules de levûre provenant d'un vieux dépôt, et qu'on examine à un assez faible grossissement pour avoir dans le champ une cinquantaine de cellules, on constate que la proportion de celles qu'on voit bourgeonner est de beaucoup supérieure à la proportion de celles qui montraient des spores. Par conséquent des cellules de levûre sans spores sont restées vivantes. Elles ont nécessairement produit de lents changements dans le milieu nutritif, et subi elles-mêmes des changements dans leur propre substance. Ce sont ces changements lents, succédant à la fermentation, que M. Duclaux a étudiés.

Les principaux produits qui remplacent le sucre détruit par la fermentation sont l'alcool, la glycérine et l'acide succinique. Ces produits vont-ils être consommés à leur tour ? Pour résoudre cette question l'auteur analyse les liquides où de la levûre a été conservée une quinzaine d'années. Comme c'est dans des vases qui permettent la communication avec l'air extérieur que la levûre a été conservée, il y a eu évaporation d'une partie du liquide; aussi n'est-il pas possible de savoir ce qui s'est passé pour l'alcool. Quant à la glycérine et à l'acide succinique, la même cause empêche de rechercher les changements survenus dans la proportion centésimale de ces corps; mais s'ils ont été en partie consommés, ils n'ont pas disparu dans la même proportion. M. Duclaux a donc cherché si la glycérine et l'acide succinique avaient conservé leur proportion normale l'un par rapport à l'autre, soit 4,5 à 5 fois plus de glycérine que d'acide succinique. Dans les ballons où la levûre était morte peu de temps après la fin de la fermentation (ceux où le liquide était le plus acide ou le plus alcoolique) le rapport trouvé a été 4,7-

(1) E. Duclaux : *Sur la nutrition intracellulaire* (2e mémoire). Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 413.

(2) E. Duclaux : *Note sur la formation des spores dans la levûre* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 356).

4,8. C'est le rapport normal. Dans d'autres ballons où la levûre était morte, mais où l'acidité et la richesse alcoolique moindres permettaient de supposer que la vie avait duré plus longtemps après fermentation terminée, on a trouvé les rapports 2,7-2,6. Dans les ballons où la levûre était restée vivante, on a trouvé les rapports 1,0-0,2. Par conséquent la levûre, soumise à une vie aérobie dans le liquide qu'elle a fait fermenter, y détruit peu à peu la glycérine qu'elle a produite, en y respectant l'acide succinique. Une autre expérience montre que la dextrine des bières, qui n'est pas attaquée par la levûre dans le cours de la fermentation, est, comme la glycérine, attaquée peu à peu si la levûre peut mener ensuite une vie aérobie.

Tels sont les changements que la levûre fait subir au milieu en vieillissant. Quels changements subit la levûre elle-même à l'intérieur de ses tissus? L'analyse montre qu'il y a formation de matière grasse et perte d'azote. D'où vient la matière grasse formée ? Elle ne s'est pas produite aux dépens de la matière azotée du protoplasma. En effet l'analyse d'une levûre ayant vieilli dans de l'eau sucrée pure a montré une perte d'azote qui correspond à une quantité de carbone inférieure à celle de la matière grasse en excès trouvée dans cette même levûre. La matière grasse est donc produite aux dépens d'aliments hydrocarbonés.

C'est à la glycérine qu'il est le plus naturel d'attribuer ce pouvoir, car il en disparaît par le vieillissement un poids deux ou trois fois plus grand que celui de la levûre, et par conséquent plus que suffisant pour fournir la matière grasse de nouvelle formation.

Après la glycérine il faut placer la dextrine, quand il y en a. De plus la levûre digère encore et fait disparaître de ses propres tissus des matières hydrocarbonées. Ce phénomène, étudié autrefois par M. Pasteur, a pu être mis nettement en évidence sur la levûre conservée quinze ans vivante. Elle avait perdu plus de la moitié de sa cellulose, si l'on compte comme cellulose ce qui reste insoluble quand on traite les cellules par une solution de potasse à 5 p. 100 pendant huit heures à 100°, traitement qui rend insoluble la presque totalité du protoplasma. L'autodigestion des membranes de cellulose fournit donc aussi une certaine part des aliments qui sont transformés en matière grasse.

Cette production de matière grasse dans le vieillissement n'est que l'exagération d'un phénomène physiologique normal. La levûre, semée dans un milieu fermentescible qui ne contient que du sucre et des éléments minéraux, s'y multiplie et s'y crée de la matière grasse aux dépens du sucre. Dans le vieillissement la formation de matière grasse augmente : c'est une sorte de dégénérescence grasse produite par une déviation de l'alimentation hydrocarbonée de la cellule.

Nous dirons maintenant quelques mots sur les *actions chimiques* des micro-organismes.

Un nouveau mémoire de M. WINOGRADSKY (1) sur les sulfobactéries montre

(1) S. Winogradsky : *Recherches physiologiques sur les sulfobactéries* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 49).

que ces micro-organismes exercent essentiellement une action oxydante. Cette proposition est opposée à la théorie donnée par M. Plauchud (Comptes rendus 1877, p. 235 et 1882, p. 1363), reprise par MM. Etard et Olivier (Comptes rendus, juin 1888), qui attribuent à la barégine la propriété de subir au sein de l'eau une fermentation compliquée avec formation d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré et de sulfocyanhydrate d'ammoniaque. Il est vrai que lorsqu'on introduit de la barégine dans une bouteille pleine d'eau et bouchée, il se forme de l'hydrogène sulfuré; mais M. Winogradsky montre que ce gaz, loin d'être produit par l'activité vitale des sulfobactéries de la barégine, est produit par la mort de celles-ci. Dans les conditions de l'expérience de M. Olivier, il y a putréfaction par les bactéries ordinaires et production d'hydrogène sulfuré aux dépens du soufre contenu dans les cellules mortes des sulfobactéries.

Comment se forme le soufre dans les sulfobactéries ? Est-ce par réduction des sulfates ou par oxydation de l'hydrogène sulfuré? Si l'on immerge des filaments de *Beggiatoa* dans une solution de sulfates en culture suffisamment pure, on voit disparaître les granules de soufre de ces filaments, et il suffit, pour les voir reparaître, de faire barboter quelques bulles d'hydrogène sulfuré dans la même solution. C'est donc par oxydation de l'hydrogène sulfuré que se forme le soufre. Il est à remarquer que ce soufre intra-cellulaire n'est pas cristallisé; il est en gouttelettes d'une consistance molle qui cristallisent facilement dès qu'on tue les cellules.

Que devient ce soufre emmagasiné à l'intérieur des cellules? M. Winogradsky prend quelques flocons de filaments, aussi semblables que possible, riches en soufre. Il les lave avec de l'eau de source (l'eau distillée les tuerait rapidement), puis les transporte dans une série de gouttes de grandeurs égales, disposées sur des porte-objet. Dans une goutte sur deux on tue les filaments par la chaleur ou le chloroforme, puis on compare les gouttes où les filaments sont tués avec les gouttes où on a laissé vivre les sulfuraires pendant vingt-quatre, quarante-huit heures, etc..., en ajoutant aux unes et aux autres une solution de chlorure de baryum acidulée par l'acide chlorhydrique. La concentration du réactif est telle que la minime proportion de sulfate contenue dans l'eau de source employée ne soit pas décelée. Les gouttes où les filaments n'ont pas vécu ne donnent aucune réaction; les autres donnent un précipité de sulfate de baryte d'autant plus abondant que la végétation a duré plus longtemps.

Ainsi les sulfobactéries ne produisent que des combustions : combustion de l'hydrogène sulfuré extérieur pour produire du soufre intra-cellulaire, et combustion de ce soufre intra-cellulaire pour produire de l'acide sulfurique qui est rejeté au dehors.

Il est un mode d'action chimique des bactéries qui prend de plus en plus d'importance à mesure que la science se développe, c'est l'action par l'intermédiaire des diastases. L'étude de ces sécrétions est extrêmement délicate dès qu'on prétend faire quelques essais quantitatifs.

M. Fernbach a précisé d'une manière très instructive les conditions qui influent sur l'activité chimique des diastases. Il a choisi pour cette étude la

sucrase sécrétée par l'*Aspergillus niger* (1). Après une culture normale faite sur liquide nutritif, on décante celui-ci et on le remplace par de l'eau distillée qu'on laisse quarante-huit heures en contact avec le mycélium. Le liquide obtenu ainsi est riche en sucrase. Pour qu'il ne soit pas altéré par des bactéries, l'auteur emploie deux moyens, suivant les cas : ou bien il ajoute au liquide une trace d'essence de moutarde, qui ne modifie pas l'action de la sucrase, ou bien il n'ajoute aucun antiseptique, mais opère toutes les manipulations, culture, décantation, macération dans l'eau, dans les conditions de pureté. Une fois le liquide à sucrase obtenu, on étudie les conditions qui en font varier l'activité. M. Fernbach prend pour mesure de l'activité de la sucrase le poids de saccharose (mesuré en centigrammes) qui est interverti en une heure à 56° par 2 centigrammes de liquide à sucrase amenés au volume de 10 centimètres cubes avec de l'eau et de l'eau sucrée.

1° *Acidité ou alcalinité du liquide*. — On sait qu'une certaine acidité est favorable aux actions de diastases, tandis que l'alcalinité est nuisible. La sucrase est extrêmement délicate sur ce point; elle est bien plus sensible que le papier de tournesol. Le liquide à sucrase primitif possède une très légère acidité due à l'acide oxalique produit par l'Aspergillus. Si on y ajoute de petites portions successives de soude très étendues, on constate que l'activité de la liqueur varie considérablement. Quand on arrive à la neutralité au papier, une goutte de soude de plus ou de moins ne produit aucun effet visible sur le papier indicateur, mais produit des variations importantes sur l'activité de la sucrase. Si maintenant on observe l'effet de doses croissantes de divers acides (2), on constate que, défalcation faite de l'interversion effectuée par l'acide seul, chaque acide produit un effet maximum sur l'activité de la sucrase pour une certaine dose qui varie beaucoup d'un acide à l'autre.

Acides.	*Dose d'effet maximum.*
Tartrique	1 gramme par litre.
Succinique	2 — —
Lactique	5 — —
Acétique	10 — —

Avec l'acide sulfurique la dose d'effet maximum est inférieure à 25 milligrammes par litre.

Quand la sucrase est additionnée de la dose d'acide qui produit l'effet maximum, ce maximum est le même quelle que soit la nature de l'acide : la sucrase, additionnée des doses citées ci-dessus des acides tartrique, succinique, lactique, acétique, a exactement la même activité.

2° *Action de la chaleur*. — La sucrase est détruite vers 70°; l'optimum d'action est à 56°. Or dès cette température, la sucrase, conservée dans le vide, subit peu à peu une diminution d'activité. Ainsi un liquide neutre, d'activité 25,4, conservé vingt-quatre heures dans le vide à 50°, n'avait plus qu'une activité 18,7. Cette altération par la chaleur est moindre si le liquide est acide, et plus grande si le liquide est alcalin.

(1) A. Fernbach : *Sur le dosage de la sucrase* (Ann. Inst. Pasteur, 1889, p. 473 et p. 531).

(2) *Loc. cit.*, p. 531.

3° *Action de l'air.* — La sucrase s'oxyde à l'air, même à la température ordinaire, et cette oxydation, lente en milieu acide, est d'autant plus rapide que le liquide est plus alcalin. Plus la température s'élève, plus l'oxydation est rapide.

4° *Action de la lumière.* — Dans le vide, la lumière n'exerce aucune action. En présence de l'air, l'insolation diminue rapidement l'activité de la sucrase. La réaction du liquide a encore ici une influence, mais opposée à celle que nous lui avons vue pour l'oxydation à l'obscurité; c'est en milieu acide que la lumière altère le plus la sucrase.

Ces faits montrent combien il est difficile de faire des mesures précises avec les diastases, puisque leur activité peut varier sous des influences si délicates. Il résulte de l'étude faite par M. Fernbach que, pour pouvoir faire une série d'expériences avec un liquide diastasifère, il faudra l'obtenir à l'état de pureté (c'est-à-dire sans mélange de bactéries) et l'enfermer dans des tubes stériles qu'on scellera vides d'air et qu'on maintiendra à une température peu élevée. De plus quand on veut comparer l'activité de divers liquides diastasifères, pour éviter les variations dues à la réaction du milieu, il convient d'opérer toujours en milieu acidulé à la dose optimum, par exemple par 1/100 d'acide acétique pour la sucrase, parce que de petites variations dans la dose d'acide de part et d'autre de la dose qui produit l'effet maximum n'introduisent pas de variations appréciables dans l'activité de la diastase.

Ce travail sera d'une grande utilité pour tous ceux qui auront à étudier les actions de diastase.

Les diastases sécrétées par les micro-organismes ne se distinguent pas par des caractères essentiels de celles que sécrètent les organismes supérieurs. Il est même difficile de faire la part de ces deux sortes de sécrétion dans les diastases qui produisent la digestion intestinale des animaux. Aussi dirons-nous un mot d'une étude qui n'a aucun rapport avec les micro-organismes. M. Dubourg (1) a étudié la diastase de l'urine que M. Béchamp avait fait connaître en 1865, sous le nom de *néfrozymasme*. Il montre que c'est une amylase distincte de celle du malt en ce qu'elle pousse l'hydratation de l'amidon jusqu'au glucose, comme le font les amylases sécrétées par l'*Aspergillus glaucus*, le *Penicillium glaucum*, l'*Eurotium orizæ*, tandis que celle du malt ne fait que du maltose. Recherchant l'origine de cette amylase, il constate qu'elle est identique avec celles du sang et du foie, ce qui permet d'attribuer à ces diastases une origine commune : les viscères abdominaux.

Nous terminerons cette revue en parlant d'un travail où sont appliquées avec une remarquable perfection et souvent avec des procédés créés par l'auteur toutes les meilleures méthodes actuellement connues pour l'étude complète d'un micro-organisme au triple point de vue morphologique, physiologique et chimique.

(1) Élisée Dubourg : *Recherches sur l'amylase de l'urine* (Thèse pour le doctorat ès sciences physiques. Paris).

M. Vignal (1) a choisi pour cette étude un bacille découvert par R. Koch sur les pommes de terre, nommé par ce savant *Kartoffel-bacillus*, et désigné depuis par Flügge sous le nom de *Bacillus mesentericus vulgatus*. Cet organisme est très voisin du *Thyrothrix tenuis* de M. Duclaux. Parmi les innombrables faits contenus dans ce mémoire, nous ne pourrons que prélever ceux qui nous paraissent les plus remarquables, soit par une portée générale au point de vue de la connaissance des bactériacées, soit au contraire par le caractère spécial à l'organisme en question.

Le bacille *Mesentericus vulgatus* est très répandu ; l'auteur l'a trouvé dans l'air, dans l'eau des rivières et des puits, dans la terre, à la surface des grains de blé et des grains d'avoine, dans le son et la farine. Il se présente sous la forme de bacilles entourés par une substance gélatineuse de nature cellulosique, qui les fait adhérer entre eux en zooglée. La ténacité de la zooglée diminue quand apparaissent les premières spores. La spore n'est pas une forme que prend le bacille quand le milieu de culture est devenu impropre au développement : en effet le bacille *mesentericus vulgatus* forme des spores au bout de quatre ou cinq jours (à 36°-38°), et deux mois plus tard on retrouve dans le même milieu des bacilles en voie de division. La spore se forme donc, comme la graine de beaucoup de plantes, simplement parce qu'elle est une forme de l'évolution de la plante.

Action de la chaleur et des substances dites antiseptiques. — La température optima est comprise entre 34° et 41°. De 50° à 75° le bacille ne se développe pas, mais reste vivant. Il faut, pour le tuer à l'abri de l'air, une température plus élevée qu'en présence de l'air : ainsi ses spores humides, à l'air, sont tuées par une exposition à 115° pendant 10 minutes, tandis que sans air la température de 125° est nécessaire.

Dans le rôle des antiseptiques, nous remarquerons l'influence de l'acidité. La nature de l'acide est loin d'être indifférente. Voici des doses qui rendent impossible le développement en bouillon de veau peptonisé et neutralisé :

Acide borique	1 pour 300
— butyrique	1 — 500
— chlorhydrique	1 — 1111
— tartrique	1 — 1666
— benzoïque	1 — 2500

Le bacille n'est pas détruit par le suc gastrique, de sorte qu'on le trouve dans les matières fécales.

Nutrition. — Il exige des matières albuminoïdes. Parmi les sels le phosphaste tribasique de potasse lui est particulièrement favorable.

Respiration. — Il est essentiellement aérobie. 1 gramme de plante séchée à 100° consomme en 24 heures 153 centimètres cubes d'oxygène, soit 215 fois plus que 1 gramme d'homme adulte faisant un travail modéré. Cet oxygène consommé est en partie fixé sur l'organisme lui-même, et en plus grande partie employé à oxyder les matériaux du milieu dans lequel il se développe.

(1) W. Vignal : *Contribution à l'étude des bactériacées* (Le bacille *mesentericus vulgatus*). Thèse pour le doctorat ès-sciences naturelles. Paris.

Action sur le substratum. — Ce bacille dissout l'albumine cuite, la fibrine et le gluten, liquéfie la gélatine.

Cultivé sur le lait, il coagule la caséine, puis la redissout.

Il intervertit le saccharose en même temps qu'il en détruit une petite fraction. S'il y a excès de saccharose, l'interversion s'arrête quand il y a environ 300 grammes de sucre interverti par litre. Cette limite atteinte, la proportion de sucre interverti reste constante dans la liqueur par suite d'un équilibre qui s'établit entre le sucre interverti consommé et celui qui se produit à nouveau aux dépens du saccharose en excès.

Il transforme l'amidon cuit en dextrine, maltose et glucose. Cette transformation est limitée par la production corrélative d'un peu d'acide butyrique; lorsque la teneur en acide butyrique atteint 1/100, la végétation s'arrête.

Il dissout l'amidon cru, mais sans le saccharifier. Il se cultive bien sur la pomme de terre nouvelle crue, et en détruit lentement l'amidon.

Il dissocie les éléments (cellules et fibres) des végétaux lorsque la formation du bois et du liber n'est pas très avancée, il attaque seulement la substance moyenne des cloisons, mais jamais la cellulose qui forme les tissus végétaux.

Ces actions chimiques multiples sont produites par des diastases, que l'auteur a étudiées pour elles-mêmes en dehors de l'organisme qui les sécrète. Les faits précédents font présumer que le bacille sécrète au moins cinq diastases : 1° Une sucrase; 2° une amylase ; 3° une présure; 4° une caséase et des diastases dissolvant l'albumine cuite, la fibrine, la gélatine, toutes ces diastases pouvant être être distinctes ou non; 5° une diastase qui dissocie les cellules végétales.

Pour étudier ces diastases, l'auteur n'a pas cru devoir tenter de les isoler du liquide qui les contenait, car il n'existe pas jusqu'ici de procédé sûr pour résoudre ce problème. Il s'est contenté d'annuler toute action des cellules vivantes de bacilles contenues dans le même liquide en portant le milieu de culture à une température où le bacille ne se cultive pas, et où les diastases ne sont pas notablement altérées, à 57°. Le liquide était maintenu à cette température en présence des substances sur lesquelles on voulait faire agir les diastases.

L'expérience montre que l'aliment exerce une influence considérable sur les proportions des diverses diastases sécrétées. En prenant pour liquide nutritif une solution aqueuse de peptone à 1 p. 100, on n'a trouvé qu'une *amylase* et une *sucrase*. Dans le bouillon de veau neutralisé on obtient en outre une *présure*, une *diastase dissociant les éléments jeunes des tissus végétaux*, et une autre *diastase empêchant la prise de la gélatine ;* mais dans ce milieu on n'a pu constater la présence d'aucune diastase dissolvant les matières albuminoïdes. Quand on ajoute du sucre au milieu de culture, le bacille sécrète plus de sucrase qu'en l'absence du sucre; quand on ajoute de l'amidon il sécrète plus d'amylase. En cultivant le bacille dans du lait et mélangeant, à 57°, le lait de culture à du lait stérilisé, on a mis en évidence la *présure* et la *caséase*. Ainsi du lait de culture de sept jours, mélangé à 57° avec des proportions croissantes de lait neuf, a produit la coagulation to-

talé de 1 000 fois son volume de lait, et la redissolution de la caséine de 9 fois son volume de lait. Le lait de culture de onze jours a coagulé seulement 50 volumes de lait, mais a redissous le coagulum de 29 volumes de lait : il y a donc eu, du septième au onzième jour de culture, diminution de la présure et augmentation de la caséase.

On a recherché aussi les diastases qui se produisent dans les cultures sur pommes de terre, en broyant celles-ci avec de l'eau, filtrant le liquide sur papier, et essayant à la manière ordinaire ce liquide filtré. Le liquide provenant de la culture sur pomme de terre crue s'est montré sans action sur l'amidon cru, mais contenait une amylase dissolvant l'empois, une sucrase, une présure et une diastase dissociant les cellules végétales. On n'y a pas trouvé de caséase. La culture sur pomme de terre cuite a donné les mêmes diastases en moindre quantité.

L'auteur a cherché à comparer la quantité d'amylase sécrétée par le bacille *Mesentericus vulgatus* avec celle qui existait dans le pancréas d'un chien en pleine digestion : il a trouvé qu'à poids égal le pancréas du chien contenait environ deux fois plus d'amylase.

On voit combien cette monographie d'une bactérie particulière jette de lumière sur des questions générales d'une haute importance.

LÉON BOUTROUX.

CULTURES EXPÉRIMENTALES

DANS LES ALPES ET LES PYRÉNÉES

Par M. Gaston BONNIER

INTRODUCTION

A la suite de voyages dans les Alpes centrales, l'Auvergne, les Pyrénées et les Alpes françaises (1871-1876), en Scandinavie, avec mon ami Ch. Flahault (1878), dans les Karpathes et les Alpes autrichiennes (1879) (1), j'avais réuni un grand nombre d'échantillons des mêmes espèces croissant à des altitudes différentes. Frappé de l'action que le climat alpin semble exercer sur les plantes, je me suis proposé d'étudier cette influence.

Je n'ai pas tardé à m'apercevoir, en essayant de comparer entre eux des échantillons de la même espèce, au point de vue de leur forme et de leur structure, que la question complexe de l'influence directe du milieu ne pouvait être abordée d'une manière profitable sans une étude expérimentale ; il était nécessaire que des *plantes issues du même pied initial* fussent placées *en même temps* dans les deux climats différents.

Je me suis également rendu compte que l'examen direct des modifications que subissent les principales fonctions des végétaux ainsi comparés, doit être joint à l'étude morphologique. On peut, en effet, se demander, s'il n'existe pas une certaine corrélation entre les fonctions et les changements de forme observés, comment les modifications obtenues par le climat correspondent au mode de vie d'une plante alpine.

(1) Gaston Bonnier et Ch. Flahault : *Modifications des végétaux sous l'influence des conditions physiques du milieu* (Ann. des sc. nat., 6e série, t. VII, p. 93, 1878).
Gaston Bonnier : *Observations sur la Flore alpine d'Europe* (Ann. des sc. nat., 6e série, t. X, p. 5, 1880).

On sait que les plantes de la région alpine n'ont pour se développer, fleurir et fructifier qu'une saison très courte pendant l'absence de neiges. Cependant, ces plantes qui sont toutes vivaces mettent en réserve dans leurs parties souterraines une provision de nourriture relativement plus abondante que les plantes de plaine qui leur sont comparables. Par quelles modifications, par quelles adaptations spéciales une plante de la région alpine parvient-elle, après une évolution rapide, à accumuler des réserves en si peu de temps?

C'est pour les diverses raisons que je viens d'exposer que j'ai entrepris mes recherches à l'aide de cultures comparées. J'ai établi des champs de cultures à diverses hauteurs, dans les Alpes et dans les Pyrénées. Ces champs, quoiqu'entourés de palissades et surveillés de temps à autre, ont été parfois endommagés par les troupeaux et plus encore par les bergers. Aussi ne me suis-je pas contenté de ces plantations. J'ai établi en outre en divers endroits, marqués par des entailles ou par de la peinture sur les rochers, des pieds de diverses espèces dont la moitié était plantée en plaine. La plupart de ces endroits étaient assez escarpés pour se trouver à l'abri de la malveillance, et toujours dans des régions où ne vont pas les troupeaux.

Les stations les plus élevées sont, dans les Alpes, sur la chaîne du Mont-Blanc, à l'aiguille de la Tour (à 2300 m. d'altitude), et dans les Pyrénées, sur la chaîne du Pic d'Arbizon, au col de la Paloume (à 2400 m. d'altitude). D'autres plantations ont été faites dans les Pyrénées, au col d'Aspin (1500 m.), à la Hourquette d'Arreau (1520 m.) et dans une station de cultures inférieure, à Cadéac (740 m.). Certaines espèces ont été plantées dans les Alpes, dans les rochers près de Pierre-Pointue (2030 m.), à Lognan (1970 m.), au Montanvers (1900 m.), à La Para (1600 m.), etc., et dans la station de cultures de Chamonix (1060 m.). Enfin les stations les plus basses ont été dans le Gers et à Paris.

Dans plusieurs des stations inférieures, pour éliminer l'influence due à la nature du sol, on a transporté de la terre pro-

venant de la station supérieure, de telle sorte que les plantes à comparer se sont trouvées sur un sol de même nature. De plus, pour établir les comparaisons, le plant cultivé à une altitude élevée et le plant cultivé à la station la plus basse provenaient, comme je l'ai dit plus haut, du même pied qui avait été divisé en deux. En quelques cas, des semis ont été faits; les graines semées à diverses altitudes provenaient alors du même individu.

Une des questions les plus importantes à résoudre dans toutes ces cultures, c'est le choix des espèces à soumettre aux comparaisons. Si la plante étudiée ne peut facilement supporter les climats que lui offrent les altitudes différentes, on s'expose à comparer deux plants issus du même être il est vrai, mais dont l'un se développera peut-être d'une manière anormale, par suite du changement de climat qu'on lui a fait subir. C'est ainsi qu'on ne saurait obtenir des résultats valables en comparant les espèces alpines naturelles aux plants des mêmes espèces cultivées dans un jardin botanique de la plaine. L'espèce alpine ne pourra être maintenue en plaine qu'artificiellement et en prenant les caractères d'une plante horticole. En réalité, elle ne sera pas adaptée au climat de la région inférieure. Réciproquement, les espèces spéciales aux plaines et qu'on ne rencontre jamais dans les montagnes ne peuvent pas, en général, s'adapter au climat alpin et ne sauraient donner aucun résultat intéressant dans les cultures comparatives. C'est ce qu'on verra plus loin.

Cet inconvénient se présenterait souvent si l'on prenait comme sujets d'études des espèces quelconques. J'ai espéré obtenir les meilleurs résultats avec des plantes qu'on trouve spontanément aux diverses altitudes et, en particulier, dans les régions avoisinant immédiatement les cultures. C'est en partie dans ce but que j'avais étudié d'une manière spéciale les plantes de plaines qui s'élèvent dans les hautes altitudes sur la chaîne du Mont-Blanc (1) et dans la Vallée d'Aure (2), dont j'ai publié

(1) Voyez la Revue générale de Botanique, 1889, p. 33.
(2) Voyez la Revue générale de Botanique, 1890, p. 221.

les listes. J'ai donc opéré de préférence sur ces espèces; de plus, dans tous les cas où j'ai pu réaliser les conditions nécessaires, j'ai choisi pour point de départ un pied à diviser en deux, pris à une altitude intermédiaire. Lorsque la culture a pu être faite ainsi, chacune des deux moitiés du pied subissait en sens contraire un changement de climat à peu près égal. C'est ainsi qu'un pied de *Lotus corniculatus*, par exemple, pris dans un endroit découvert, à la base de la région des Sapins, pouvait être divisé en deux, la première moitié étant transplantée en pleine région alpine, la seconde moitié étant transplantée dans une station de plaine.

Une autre difficulté provient de ce qu'une espèce de plante donnée a des caractères qui ne varient pas toujours dans le même sens à mesure qu'on s'élève en altitude. Lorsque les autres conditions restent sensiblement les mêmes, on voit, par exemple, que la teinte verte des feuilles d'une espèce donnée peut augmenter jusqu'à une certaine altitude, puis diminuer. Chaque espèce peut donc encore passer par une sorte d'*optimum*. Pour trouver les plus grandes différences, il faut tâcher de ne cultiver, à une altitude déterminée, que des espèces pour lesquelles cette altitude est voisine de l'optimum. Il ne faut pas croire que ce soit toujours en comparant des espèces dont la différence d'altitude est la plus considérable qu'on trouvera le plus de dissemblance entre les échantillons. Une plante, venue accidentellement en dehors de ses limites naturelles, à une altitude trop élevée, pourra être tuée par le climat en quelques années. Si l'on étudie cette plante en voie de dépérissement, on y trouvera souvent des caractères qui se rapprocheront plus ou moins de ceux des plantes de plaine de la même espèce.

Une plante recueillie aux altitudes les plus élevées se trouvera souvent beaucoup moins différenciée qu'une plante de la même espèce croissant à 2000 mètres par exemple. De là des difficultés nouvelles dans les comparaisons à établir.

C'est grâce à l'étude préalable des modifications qu'on observe à l'état naturel que j'ai pu faire intervenir cette considération importante dans le choix des espèces étudiées.

On peut s'expliquer ainsi que si l'on compare, comme on l'a fait quelquefois, des espèces très différentes entre elles, ou même les diverses espèces d'un même genre croissant naturellement à des altitudes variées, on n'arrive le plus souvent à aucune conclusion générale.

Cette variation en sens contraire que la plupart des espèces présentent dans les altitudes les plus élevées, jointe à la comparaison de plantes alpines spontanées avec les plantes cultivées dans les jardins botaniques, a pu faire admettre des conclusions un peu prématurées au sujet de l'influence du climat alpin sur la structure des feuilles (1). J'aurai l'occasion de revenir sur cette question avec plus de détails lorsque je traiterai des modifications de la structure.

On pourra peut-être objecter au mode de recherches adopté que la quantité d'eau tombée dans les stations comparées n'est pas la même, que la quantité de lumière reçue est différente, etc.; il suffirait alors de répondre que c'est principalement l'ensemble de ces changements de conditions physiques du milieu qui constitue le changement de climat. Je ne recherche pas l'*influence absolue de l'altitude*, en admettant que cette influence existe (2); je recherche l'influence du changement de climat. Pour ne pas compliquer ce changement en y ajoutant l'influence du sol ou des procédés de culture, j'ai établi autant que possible les cultures comparées sur des sols de même nature, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, sans arrosage, ni fumure, ni aucun soin de jardinage. De plus, les plantations étaient toujours faites dans des endroits aussi découverts que possible.

En résumé, j'ai essayé de chercher l'influence qu'exerce le changement de climat dû à la différence d'altitude sur la forme, la structure et les fonctions des végétaux.

(1) Voyez Leist : *Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter* (Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft von Bern, 1889).

(2) Je dis « en admettant que cette influence existe », car M. Müntz en transportant un pied de Laurier-rose au sommet du Pic du Midi et en l'exposant à des conditions d'éclairement, d'humidité, etc., tout à fait identiques à 2700 mètres d'altitude et à Paris, a obtenu une assimilation semblable.

J'ai pris surtout comme sujets d'expériences des espèces qui croissent naturellement aux diverses altitudes examinées, dans l'endroit même où étaient faites les plantations; de plus, les espèces ont été choisies parmi celles qui présentent à l'état spontané les plus grandes différences pour les altitudes examinées.

Dans la première partie de ce travail, que je publie aujourd'hui, je ne m'occuperai que des changements obtenus dans les caractères extérieurs des plantes.

Je ne puis terminer cette introduction, sans adresser mes remerciements à mon collègue M. Cornu pour les pieds provenant du Museum qu'il a bien voulu mettre à ma disposition, à MM. V. Payot et Charlet de Chamonix, à M. Fisse de Cadéac, et à M. Capdetrey d'Aulon pour les soins qu'ils ont donnés à mes cultures dans les montagnes.

I. — ÉTABLISSEMENT DES CULTURES.

Je vais indiquer comment ont été faites les plantations et les semis dans les Alpes et les Pyrénées, soit dans les champs de cultures, soit dans les rochers ou à divers emplacements. Les plantations des espèces marquées d'un astérisque sont des essais qui se trouvent en dehors des conditions que j'ai indiquées plus haut pour le choix des espèces. La plupart de ces essais, comme on le verra plus loin, n'ont donné aucun résultat.

I. — **Cultures dans les Pyrénées.**

Les premiers essais de cultures comparées dans les Pyrénées ont été faites en 1884, à Gavarnie à 1380 mètres d'altitude et au col d'Aspin à 1500 mètres d'altitude, en même temps que dans la plaine à Mirande (Gers) et à Paris.

D'autres cultures ont été établies en 1886, 1887, 1888 et 1889, au col d'Aspin, à la Hourquette d'Arreau (1520 m.) et dans le champ de cultures du col de la Paloume, sur la chaîne du Pic d'Arbizon (2400 m.).

Ce dernier champ de cultures a été établi dans la région alpine en même temps qu'une autre station de cultures à Cadéac (à 750 mètres d'altitude). La station de cultures du col de la Paloume, dont l'emplacement est marqué sur la carte botanique de la vallée d'Aure que j'ai publiée (1), a été surveillée par M. Capdetrey, dont le zèle intelligent ne m'a jamais fait défaut. La station de Cadéac (2) a été surveillée par M. Fisse, directeur de l'Établissement de Cadéac-les-Bains.

1° Espèces plantées dans le champ de cultures du Pic d'Arbizon.

Voici d'abord quels ont été les échantillons plantés, la moitié dans une des stations inférieures (Paris, Mirande ou Cadéac), la moitié dans la station du Pic d'Arbizon (à 2400 m.).

J'y ai joint les noms des espèces semées.

1887 (19 octobre).

1° *Plantations.*

Numéros.		Échantillons provenant de :	Une partie de l'échantillon vivant au Pic d'Arbizon et l'autre partie à :
1	*Rubus idæus*	Museum.	Cadéac.
2	*Molinia cærulea*	Fontainebleau.	Cadéac et Paris.
3	*Silene inflata*	Meudon.	Id.
4	*Luzula campestris*	Id.	Cadéac.
5	*Trisetum flavescens*	Id.	Paris.
6	*Anthyllis Vulneraria*	Louye.	Id.
*7	*Phlomis agraria* (h) (3)	Museum.	Cadéac et Paris.
*8	*Veronica gentianoides* (h)	Id.	Id.
*9	*Campanula glomerata* (h)	Id.	Id.
*10	*Alyssum saxatile* (h)	Id.	Id.
11	*Lotus corniculatus*	Fontainebleau.	Mirande et Paris.
12	*Achillea Millefolium*	Id.	Paris.
13	*Carex digitata*	Id.	Id.

(1) G. Bonnier : *Étude sur la végétation de la vallée d'Aure* (*Hautes-Pyrénées*). Voyez la station de cultures n° 2. Revue générale de Botanique, t. II, 1890, pl. 10.

(2) Voyez la station de cultures, n° 1, même planche.

(3) Les espèces marquées d'un astérisque étaient choisies en dehors des plantes spontanées croissant aux altitudes et dans les régions des plantations. Celles qui sont en outre suivies du signe (*h*) étaient des plantes horticoles.

Numéros.	Échantillons provenant de :	Une partie de l'échantillon vivant au Pic d'Arbizon et l'autre partie à :
14 *Campanula rotundifolia*.........	Pierrefonds.	Cadéac et Paris
15 *Agrostis vulgaris*...............	Id.	Id.
16 *Veronica officinalis*.............	Id.	Id.

2° *Semis.*

Numéros.	
17 *Poterium Sanguisorba*...........	Graines prises sur la même plante aux environs de Paris et semées en même temps (le 19 oct. 1887) à Cadéac et au pic d'Arbizon.
18 *Silene inflata*....................	
19 *Buplevrum falcatum*............	
20 *Lotus corniculatus*..............	
21 *Trifolium repens*................	
22 *Achillea Millefolium*............	
23 *Taraxacum Dens-leonis*..........	
24 *Molinia cærulea*................	
25 *Leontodon hastilis*..............	
26 *Leucanthemum vulgare*..........	
27 *Briza media*.....................	
28 *Carex glauca*...................	

1888 (19 juillet).

Plantations (échantillons du Muséum (*h*) et de Fontainebleau).

Numéros.	Une partie de l'échantillon vivant était plantée au Pic d'Arbizon, l'autre à :
*29 *Aster formosissimus* (h).........................	Cadéac et Paris.
*30 *Vinca herbacea* (h)................................	Id.
*31 *Aster bicolor* (h)..................................	Id.
*32 *Mulgedium macrophyllum* (h).....................	Paris.
*33 *Lamium maculatum* (h)..........................	Cadéac et Paris.
*34 *Stachys lanata* (h)...............................	Id.
*35 *Hieracium aurantiacum*..........................	Paris.
*36 *Aubrietia macrostyla* (h)........................	Cadéac et Paris.
*37 *Cerastium tomentosum* (h)......................	Cadéac.
38 *Leucanthemum vulgare*............................	Paris.
39 *Achillea Millefolium*..............................	Id.
*40 *Veronica pallida* (h).............................	Cadéac.
41 *Galium verum*......................................	Paris.
42 *Ranunculus acris*..................................	Id.
43 *Thymus Serpyllum*.................................	Id.
44 *Anthyllis Vulneraria*..............................	Id.
45 *Poterium Sanguisorba*............................	Id.
*46 *Anisonia salicifolia* (h)...........................	Cadéac et Paris.

1889 (20 septembre).

Plantations (la moitié de l'échantillon était plantée au Pic d'Arbizon, l'autre moitié dans un nouveau terrain à Cadéac).

Numéros.
*47 *Phlomis tuberosa* (h).
*48 *Pæonia albiflora* (h).
*49 *Helleborus caucasicus* (h).
*50 *Potentilla umbrosa* (h).
*51 *Gypsophila sabulosa* (h).
*52 *Silene Schafta* (h).
53 *Helianthemum vulgare.*
*54 *Geranium collinum* (h).
*55 *Betonica longifolia* (h).
*56 *Stachys lanata* (h).
*57 *Serratula coronata* (h).
*58 *Cerastium Biebersteinianum* (h)
59 *Dactylis glomerata.*
*60 *Pyrethrum carneum* (h).
*61 *Onobrychis petræa* (h).
*62 *Aster sibiricus* (h).
63 *Teucrium Scorodonia.*
*64 *Campanula sibirica* (h).
*65 *Trollius asiaticus* (h).
66 *Leucanthemum vulgare.*
*67 *Delphinium revolutum* (h).
68 *Galium Cruciata.*
*69 *Coluria potentilloides* (h).
70 *Bellis perennis.*
*71 *Campanula lactiflora* (h).
*72 *Sedum collinum* (h).
73 *Anthyllis Vulneraria.*
74 *Lathyrus pratensis.*
*75 *Veronica spuria* (h).
76 *Erinus alpinus.*

2° Espèces plantées dans les rochers (Pyrénées).

Voici maintenant les noms des espèces qui ont été plantées dans les rochers, en divers endroits des Pyrénées. Ces plantes provenaient des environs de Paris (Fontainebleau et Meudon), la moitié du pied était plantée dans la station inférieure sur le

même sol que l'autre moitié plantée dans un endroit déterminé sur les montagnes :

Numéros.		Localités où l'espèce était plantée.	Hauteur.	Date.
77	*Solidago Virga-aurea*	Col d'Aspin.	1550m	1884
78	*Lotus corniculatus*.............	Pic du Midi.	2400m	1884
79	*Gnaphalium silvaticum*.........	Id.	2300m	1884
80	*Urtica dioica*	Chaîne de l'Arbizon.	2200m	1886
81	*Galium verum*.................	Id.	2200m	1886
82	*Caltha palustris*...............	Hourquette d'Arreau.	1520m	1884
83	*Achillea Millefolium*...........	Col d'Aspin.	1500m	1884
84	*Fragaria vesca*................	Id.	1500m	1884
85	*Teucrium Scorodonia*..........	Id.	1500m	1884
86	*Scabiosa succisa*	Chaîne de l'Arbizon.	2000m	1886
87	*Brunella vulgaris*..............	Id.	2000m	1886
88	*Thymus Serpyllum*.............	Id.	2600m	1886
89	*Galium Cruciata*...............	Port de Gavarnie.	2200m	1884
90	*Epilobium montanum*..........	Hourqnette d'Arreau.	1520m	1884
91	*Parnassia palustris*............	Chaîne de l'Arbizon.	1500m	1884
92	*Galeopsis Tetrahit*.............	Hourquette d'Arreau.	1520m	1884
93	*Buplevrum falcatum*...........	Pic du Midi.	2100m	1884
94	*Campanula rotundifolia*........	Id.	2300m	1884
95	*Potentilla Tormentilla*..........	Chaîne de l'Arbizon.	2200m	1888
96	*Calluna vulgaris*...............	Col d'Aspin.	1500m	1888
97	*Helianthemum vulgare*	Id.	1500m	1888
98	*Ranunculus acris*..............	Chaîne de l'Arbizon.	1900m	1888
99	*Dactylis glomerata*.............	Col d'Aspin.	1500m	1884
100	*Veronica officinalis*............	Id.	1500m	1884

II. — Cultures dans les Alpes.

Les premiers essais de cultures dans les Alpes ont été faits aux environs du Bourg-d'Oisans en 1882 et 1883.

D'autres cultures ont été établies en 1887 et 1888, sur la chaîne du Mont-Blanc et dans la vallée de Chamonix.

Les stations inférieures des plaines dont j'ai parlé plus haut. à propos des cultures dans les Pyrénées, ont servi aussi de terme de comparaison pour les cultures dans les Alpes.

Les champs de culture de Chamonix (1050 m. d'altitude) et de l'Aiguille de la Tour (2300 m.) au-dessus de Pierre-Pointue sont indiqués dans la carte botanique de la vallée de Chamonix, que j'ai publiée (1).

(1) G. Bonnier : *Étude sur la végétation de la vallée de Chamonix et de la chaîne du Mont-Blanc*. Voyez Stations de cultures n° 3 et n° 4. Revue générale de Botanique, t. 1, 1889, pl. 7).

M. Venance Payot, qui a choisi avec moi l'emplacement du champ, a bien voulu s'occuper de le surveiller avec l'aide de son neveu M. Charlet.

1° Espèces plantées dans les champs de cultures de l'Aiguille de la Tour.

Voici d'abord les noms des espèces, dont un plant séparé a été mis dans une station inférieure ou dans la station intermédiaire (1050 m.), l'autre partie du même plant étant placée à la station de l'Aiguille de la Tour (2300 m.). J'y ai joint les noms des espèces semées.

1887 (6 septembre).

1° *Plantations.*

Numéros.		Échantillons provenant de :	Une partie de l'échantillon a été plantée à l'Aiguille de la Tour, l'autre à :
101	*Poterium Sanguisorba*.........	Fontainebleau.	Paris et Chamonix.
102	*Chenopodium Bonus-Henricus*...	Meudon.	Id.
103	*Ranunculus acris*..............	Fontainebleau.	Paris.
104	*Carex hirta*..................	Id.	Paris et Chamonix.
105	*Dactylis glomerata*............	Museum.	Id.
106	*Fragaria vesca*................	Id.	Paris.
107	*Carex flava*...................	Id.	Id.
108	*Rumex scutatus*................	Id.	Paris et Chamonix.
*109	*Allium Schœnoprasum*.........	Id.	Id.
110	*Taraxacum Dens-leonis*........	Paris.	Chamonix.
111	*Anthroxanthum odoratum*......	Id.	Id.
112	*Galium verum*.................	Meudon.	Paris et Chamonix.
113	*Trifolium pratense*............	Id.	Chamonix.
114	*Carex panicea*................	Museum.	Id.
115	*Trifolium repens*..............	Id.	Id.
116	*Onobrychis sativa*............	Id.	Id.
117	*Alchimilla vulgaris*...........	Id.	Id.
118	*Solidago Virga-aurea*..........	Fontainebleau.	Paris et Chamonix.
119	*Polypodium vulgare*...........	Id.	Id.
120	*Hieracium murorum*...........	Id.	Id.
*121	*Scilla autumnalis*.............	Id.	Paris.
122	*Potentilla Tormentilla*.........	Id.	Paris et Chamonix.
123	*Poa annua*....................	Id.	Chamonix.
124	*Molinia cærulea*..............	Id.	Paris et Chamonix.
125	*Calluna vulgaris*..............	Id.	Chamonix.

Numeros.	Échantillons provenant de :	Une partie de l'échantillon a été plantée à l'Aiguille de la Tour, l'autre à :
126 *Alchimilla vulgaris*	Chamonix.	Paris.
127 *Lotus uliginosus*	Id.	Id.
128 *Silene nutans*	Id.	Id.
129 *Campanula rhomboidalis*	Id.	Id.
*130 *Campanula barbata*	Id.	Id.
131 *Euphrasia officinalis*	Id.	Id.
*132 *Helianthus tuberosus*	Museum.	Paris et Chamonix.
*133 *Betonica grandiflora* (h)	Id.	Id.
*134 *Pyrethrum roseum* (h)	Id.	Id.
*135 *Serratula coronata* (h)	Id.	Id.
*136 *Saxifraga crassifolia* (h)	Id.	Id.
*137 *Veronica caucasica* (h)	Id.	Id.
*138 *Calimeris integrifolia* (h)	Id.	Id.
139 *Vaccinium Myrtillus*	Chamonix.	Chamonix.
140 *Campanula barbata*	Id.	Id.

2° *Semis.*

Numéros.	
141 *Molinia cærulea*	Graines prises sur la même plante aux environs de Paris et semées en même temps (le 6 septembre 1890 à Chamonix et à l'Aiguille de la Tour.
142 *Poterium Sanguisorba*	
143 *Silene inflata*	
144 *Dactylis glomerata*	
145 *Chenopodium Bonus-Henricus*	

1888 (16 septembre).

Plantations (échantillons du Museum (*h*) et de Fontainebleau).

Numéros.	Une partie de l'échantillon a été plantée à l'Aiguille de la Tour, l'autre à :
*146 *Stachys tuberifera* (h.)	Paris.
147 *Campanula rotundifolia*	Id.
*148 *Platycodon grandiflorum* (h.)	Id.
149 *Athyrium Felix-fæmina*	Id.
150 *Polypodium vulgare*	Id.
151 *Brunella vulgaris*	Id.
152 *Thymus Serpyllum*	Id.
153 *Achillea Millefolium*	Id.
154 *Leucanthemum vulgare*	Id.
*155 *Scutellaria macrantha* (h.)	Id.
156 *Calluna vulgaris*	Chamonix.
*157 *Phlomis agraria* (h.)	Id.

2° Espèces plantées dans les rochers (Alpes).

Voici maintenant les noms des espèces qui ont été plantées en divers endroits de la chaîne du Mont-Blanc ; la moitié d'un pied étant plantée dans la station inférieure, sur le même sol que l'autre moitié plantée en divers endroits des montagnes. Toutes ces plantations ont été faites en 1887.

Numéros.	Localité où l'espèce était plantée.	Altitude.
158 *Mentha silvestris*	Pierre-Pointue.	2030m
159 *Caltha palustris*	Id.	2030m
160 *Solidago Virga-Aurea*	Lognan.	1970m
161 *Gnaphalium silvaticum*	Id.	1970m
162 *Urtica dioica*	La Para.	1600m
*163 *Picea excelsa* (deux plants identiques).	Pierre-Pointue.	2020m
*164 *Hypericum perforatum*	Id.	2020m
*165 *Larix europæa*	Id.	2030m
166 *Lotus corniculatus*	La Para.	1650m
167 *Lotus corniculatus*	Glacier d'Argentière.	2400m
168 *Lotus corniculatus*	Montanvers.	1900m
169 *Brunella vulgaris*	Id.	1900m
170 *Teucrium Scorodonia*	Id.	1900m
*171 *Carduus defloratus*	Aiguille de la Tour.	2300m
172 *Buplevrum falcatum*	Lognan.	2000m
173 *Galium Cruciata*	Glacier d'Argentière.	2400m
174 *Prunus domestica* (deux plants identiques)	Chamonix.	1060m
175 *Betula alba* (deux plants identiques)	Cascade du Dard.	1300m
*176 *Ampelopsis hederacea*	Chamonix.	1050m
177 *Achillea Millefolium*	La Para.	1600m
178 *Fragaria vesca*	Pierre-Pointue.	2020m
179 *Rubus idæus*	La Para.	1600m
180 *Leucanthemum alpinum*	Chamonix.	1050m
181 *Fraxinus excelsior* (deux plants identiques)	Id.	1050m
182 *Thalictram aquilegifolium*	La Para.	1600m
183 *Scabiosa succisa*	Pierre-Pointue.	2050m
184 *Acer campestre* (deux plants identiques).	Chamonix.	1060m
185 *Prunus Padus* (deux plants identiques).	Id.	1040m
186 *Thymus Serpyllum*	Glacier d'Argentière.	2400m
187 *Epilobium montanum*	Montanvers.	1900m
188 *Parnassia palustris*	Id.	1900m
189 *Galium verum*	Pierre-Pointue.	2020m
190 *Galeopsis Tetrahit*	Lognan.	2000m

Numéros.		Localité où l'espèce était plantée.	Altitude.
191	*Campanula rotundifolia*	Pierre-Pointue.	2040m
192	*Juniperus communis* (deux plants identiques)	Aiguille de la Tour.	2300m
193	*Potentilla Tormentilla*	Id.	2300m
194	*Pteris aquilina* (deux plants identiques).	La Para.	1600m
195	*Helianthemum vulgare*	Lognan.	1950m

Enfin, quelques essais de plantations d'espèces alpines récoltées au-dessus de la région des sapins ont été tentés à l'altitude de Chamonix (1050 m.).

Ce sont les espèces suivantes :

Numéros.
196 *Leucanthemum alpinum.*
197 *Epilobium alpinum.*
198 *Saxifraga bryoides.*
199 *Geum montanum.*
200 *Juniperus alpina.*
201 *Empetrum nigrum.*
202 *Astrantia minor.*
203 *Alchimilla alpina.*

II. — RÉSULTAT DES CULTURES.

En 1890, voici quelles étaient les plantes vivantes dans toutes les cultures précédentes faites depuis 1884. Ce sont les plantes portant les numéros (1) :

1, 2, 8, 11, 12, 13, 14, 15, *29, *30, *31, *32, *33, 39, *40, 41, 42, *47, *48, *49, 53, *55, 59, *60, *62, 63, 66, 68, 70, 73, 74, *75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 117, *121, 122, 124, 126, 127, 130, *132, *133, *134, *135, *136, *137, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 144, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, *157, 159, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 181, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 193, 196, 197, 199, 200, 201, 203.

Ainsi donc 123 pieds sur 203 sont restés vivants dans les cultures alpines. Parmi les pieds correspondant à ces 123 numéros,

(1) Les numéros marqués d'un astérisque indiquent comme précédemment les espèces horticoles ou non spontanées dans la région même des cultures.

119 étaient restés vivants dans les stations inférieures, de façon que la comparaison a pu s'établir pour presque toutes les espèces.

Sur ces 123 pieds vivants, 23 seulement appartiennent aux espèces horticoles ou aux espèces non spontanées dans la région des cultures. La plupart de ces 23 plantes sont d'ailleurs en voie de dépérissement graduel et auront sans doute disparu d'ici à quelques années.

Parmi les 100 plants d'espèces spontanées, il en est aussi quelques-uns qui dépérissent, surtout parmi les plantes qui, prises aux environs de Paris, ont été transportées.

— *Toutes les comparaisons ne devront être faites*, je le répète, *qu'entre les plants que l'on peut considérer comme réellement acclimatés*, c'est-à-dire qui agrandissent chaque année leurs parties souterraines et prennent depuis leur plantation un développement de plus en plus grand.

Il est parfaitement évident que les différences qu'on pourra observer entre les organes semblables, chez une plante en voie de dépérissement et chez une plante saine, ne seront pas à considérer. Ce dépérissement de la plante est bien dû au climat si l'on veut, mais comme il doit entraîner dans un bref délai la mort de ce végétal, cela prouve qu'une telle plante ne peut s'introduire dans la région considérée; dès lors, son étude ne présente plus aucun intérêt au point de vue qui nous occupe.

La mort de tous les pieds qui ont péri est due surtout au froid sans neige. Quelques plantes, dans les cultures des Pyrénées en particulier, n'ont pu supporter en été l'alternance du soleil chaud de la journée et du froid de la nuit, même par des nuits où il ne gelait pas ; elles semblent avoir péri par l'effet du rayonnement nocturne.

Enfin, certaines espèces ne paraissaient avoir en rien souffert ni du froid excessif ni de l'altération de chaleur et de froid, mais elles n'ont pu assez vite emmagasiner dès la première année les réserves suffisantes pour passer à l'année suivante. Au second été, une rosette de toutes petites feuilles a apparu ; au troisième ou au quatrième été, la plante était morte.

— Dans les cultures les plus élevées, la neige a disparu, en moyenne, à la fin de mai et la neige d'hiver a reparu à la fin de septembre. Les plantes n'avaient donc que quatre mois au plus pour accomplir complètement l'évolution de leurs parties aériennes. Il faut remarquer en outre que la neige venait recouvrir deux ou trois fois les cultures supérieures en plein été pendant quelques jours. Cette chute de neige en été qui a lieu tous les ans, dans la région alpine, contribue sans doute pour beaucoup à modifier l'aspect des végétaux.

Dans les cultures faites au milieu de la région subalpine des Alpes et des Pyrénées, les parties aériennes peuvent se développer, en moyenne, pendant six mois et la neige n'intervient pas d'une manière sensible pendant la belle saison.

III. — MODIFICATIONS DES CARACTÈRES EXTÉRIEURS DES VÉGÉTAUX.

1° *Taille et aspect général des plantes.*

On observe dans le port de la plante, dès la première année, et surtout au bout de deux ans, un changement qui était facile à prévoir. Les végétaux de la station supérieure sont de taille plus petite et leurs rameaux sont beaucoup plus rapprochés du sol.

Les figures 192 à 203 rendent compte de ce changement de port très frappant chez certaines espèces. Ces figures représentent l'aspect des *Lotus corniculatus*, *Alchimilla vulgaris*, *Potentilla tormentilla* et *Helianthus tuberosus*, au bout de deux ans de culture à l'Aiguille de la Tour (2300 m.). On a représenté, pour la comparaison, les croquis qui montrent la différence de taille et d'aspect entre les deux moitiés du même pied, l'une P dans la station inférieure, l'autre M dans la station supérieure.

La transformation du Topinambour (*Helianthus tuberosus*) (fig. 192) qui forme tous les ans sur le sol une rosette aplatie de feuilles très velues M,M' est particulièrement remarquable. La

plante, adaptée au climat alpin dès la première saison, était devenue si parfaitement méconnaissable que j'avais marqué le

Fig. 192 à 194. — *Helianthus tuberosus* (Topinambour). P, port de la plante de la station inférieure; M, port de la plante dans la station supérieure (2 300 m.); M', la plante de la station supérieure, moins réduite.

pied de Topinambour, parmi les plantes ayant péri. Je me de-

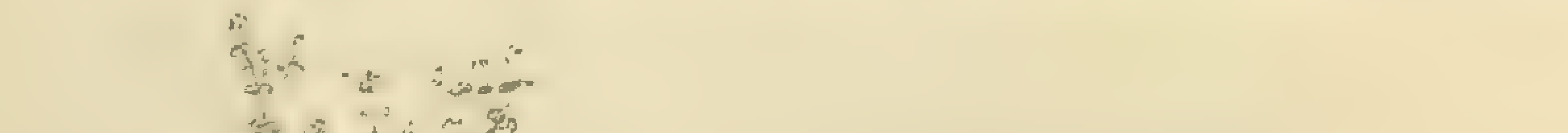


Fig. 195 à 197. — *Alchimilla vulgaris*. P, port de la plante dans la station inférieure; M, port de la plante dans la station supérieure (2 300 m.); M', la plante de la station supérieure, moins réduite.

mandais ce que pouvait bien être cette rosette, quand venant à examiner le sommet d'un grand pied d'*Helianthus* dans la sta-

tion inférieure, je crus remarquer dans le bourgeon terminal une disposition des feuilles qui rappelait la rosette de la cul-

Fig. 198 à 200. — *Lotus corniculatus*. P, port de la plante dans la station inférieure ; M, port de la plante dans la station supérieure (2 300 m.) ; M', la plante de la station supérieure, moins grossie.

ture supérieure. Je remontai à l'Aiguille de la Tour, je détachai

Fig. 201 à 203. — *Potentilla Tormentilla*. P, port de la plante dans la station inférieure ; M, port de la plante dans la station supérieure (2.300 m.) ; M', plante de la station supérieure, moins grossie.

une feuille et l'examen anatomique put me convaincre que j'avais bien réellement affaire au pied de Topinambour, que

j'avais planté. Depuis, ce pied a donné plusieurs rosettes semblables, toujours très velues et appliquées sur le sol.

Les planches 20, 21, 22 et 23, sont des gravures obtenues par photographie directe des échantillons cultivés à des altitudes différentes. On y observe le faible développement relatif des parties aériennes.

Dans le *Teucrium Scodonia*, par exemple (5, M, pl. 21), de la culture du col d'Aspin (1500 m. d'altitude), on ne voit sortir du sol, pour chaque tige, qu'une à quatre paires de feuilles développées, rapprochées les unes des autres sur de courts entrenœuds, tandis que l'autre moitié de l'échantillon cultivé en plaine (5, P, pl. 21) a des tiges portant cinq à douze paires de feuilles développées espacées les unes des autres. On peut remarquer, en outre, ce fait très frappant que les changements si grands produits par le climat sur les feuilles et sur les tiges est presque nul sur les fleurs. Des tiges courtes de l'échantillon provenant de la culture supérieure, on voit sortir une inflorescence aussi large que l'une de celles de la plante de plaine. Les fleurs sont même plus grandes pour le pied cultivé en montagne, comme on peut le constater sur les photographies de la planche 21.

Lors même que la plante offre à la station supérieure comme une réduction totale de la plante cultivée en plaine [*Achillea Millefolium* (pl. 21); *Gnaphalium silvaticum* (pl. 23); *Poterium sanguisorba* et *Buplevrum falcatum* (pl. 22); *Solidago Virgaaurea* (pl. 20)], les fleurs semblent n'avoir guère subi de modifications dans leur grandeur. Il en est de même pour les fruits qui sont plus semblables encore dans leur aspect. On peut le remarquer pour les deux ports de *Lotus corniculatus* (2, M et 2, P, pl. 20), devenus si dissemblables, sauf pour les fruits qui ont une apparence identique. Comme les fleurs de *Teucrium*, celles du *Solidago* (1, M. pl. 20) et surtout du *Carduus defloratus* (7, M, pl. 22) ont offert un développement plus considérable dans les stations élevées.

Il est vrai que certaines espèces présentent le plus souvent des fleurs moins nombreuses dans les cultures élevées, et le fait est

frappant pour le *Lotus corniculatus* (2, M, pl. 20) qui ne présente qu'une à deux fleurs par grappe, tandis que l'autre moitié du plant (2, P, pl, 20) offre des grappes très fournies; mais ces fleurs isolées de l'échantillon supérieur sont, on peut le voir, aussi grandes que celles de l'échantillon inférieur.

Le *Galium Cruciata* qui est photographié en 3, M, et 3 P (pl. 20) est encore un exemple très démonstratif de la réduction du développement des parties aériennes par la culture dans le climat alpin. On ne voit plus sortir du sol (en 3, M) qu'une petite masse de feuilles serrées les unes contre les autres; mais, à l'aisselle de ces feuilles, sont développées de petites fleurs aussi grandes que les fleurs de l'échantillon de plaine.

On n'obtient pas pour toutes les espèces des différences aussi prononcées que les précédentes, surtout quand il n'y a eu ni neige ni très forte gelée en été. C'est ainsi que dans la saison de 1889, au champ de cultures du col de la Paloume, l'absence de neige et de gelée intense a permis aux tiges d'*Achillea Millefolium* d'atteindre $0^m,40$ de hauteur (le pied correspondant de la station inférieure ayant $0^m,70$), à un *Ranunculus acris* d'atteindre $0^m,50$ (le pied correspondant de la station inférieure ayant $0^m,80$).

En somme, ce sont là des cas exceptionnels, intéressants toutefois parce qu'ils montrent quel rôle important la gelée et la neige peuvent jouer dans ce qu'on a appelé le *nanisme* des plantes alpines. J'ai eu l'occasion de faire des observations sur ce sujet, dans les cultures de l'Aiguille de la Tour et de Pierre-Pointue, alors qu'il était tombé beaucoup de neige au mois d'août. J'ai constaté que le poids de la neige tombée et la gelée intense qui détruit toutes les parties aériennes des plantes à une certaine distance au-dessus du sol seraient par eux-mêmes des causes suffisantes pour expliquer la modification qui se produit à cette altitude, dans le port des végétaux. En tout cas, l'influence directe et immédiate du climat est ici manifeste.

2° *Coloration et dimension des feuilles.*

D'une manière générale, l'observation directe montre que les

feuilles d'une même espèce sont d'un vert plus intense et sont plus épaisses dans la région subalpine et dans la région alpine que dans les plaines.

Mais les comparaisons des échantillons naturels sont toujours difficiles à établir. Il faut prendre la moyenne d'un très grand nombre de déterminations.

J'ai mesuré avec le chromomètre de la Société sténochromique, par réflexion et par transparence, l'intensité de la coloration verte chez 91 des pieds cultivés dans les stations les plus élevées et dans les stations inférieures, laissant de côté le cas des feuilles trop velues pour permettre ces mesures. J'ai toujours trouvé une augmentation de teinte pour les plantes cultivées dans la région subalpine et dans la région alpine inférieure, sauf pour les plantes en voie de dépérissement. Ces dernières, dont les parties aériennes se développaient de moins en moins à chaque saison, finissaient par avoir des feuilles pâles ou même jaunâtres. Le même fait s'est produit pour la plupart des 23 espèces horticoles ou non spontanées dans la région des cultures.

Pour les espèces réellement acclimatées et pour les différences d'altitudes citées plus haut, cette augmentation de la teinte verte des feuilles est très frappante. J'ai pu la mettre en évidence, en faisant cueillir à la fois à la même heure les plantes dans la station supérieure et dans la station inférieure et en comparant les échantillons frais, qui avaient été mis dans de la mousse humide et y étaient restés pendant le même temps.

Chez une espèce donnée, il est à remarquer que cette différence de teinte devient moins grande à partir d'une certaine altitude. S'il s'agit d'un arbre, par exemple, les échantillons souffreteux, pouvant à peine croître à la limite supérieure des arbres, auront les feuilles moins vertes que ceux des mêmes espèces observés en pleine région subalpine. Pour une plante tolérant toutes les altitudes, on voit souvent les feuilles plus vertes dans la région alpine inférieure qu'aux dernières limites de la région où croissent les phanérogames. C'est ce qui explique pourquoi les plantes des cultures qui n'ont pu s'acclimater n'ont pas pré-

senté, en général, un verdissement plus intense dans leurs feuilles. Les deux faits sont corrélatifs.

Quant aux dimensions des feuilles, toutes les espèces adaptées au climat dans les cultures offrent en général des feuilles plus petites et plus épaisses que celles des plantes de la station inférieure qui leur correspondent. Des mesures précises de cette épaisseur, sur lesquelles je reviendrai à propos de la structure, montrent que le plus souvent l'épaisseur augmente d'un 1/6 ou d'un 1/5, parfois d'un 1/3 ou même plus.

3° *Coloration et dimensions des fleurs.*

La variation avec l'altitude de la teinte des fleurs chez une même espèce est encore plus nette que la variation de la teinte des feuilles. Les observations directes peuvent même permettre de formuler des conclusions, sans faire d'expériences de cultures (1). Toutefois, aux altitudes les plus élevées des Alpes et des Pyrénées, on remarque facilement une variation en sens contraire. Les mêmes plantes herbacées ont souvent des fleurs plus colorées dans la région alpine qu'aux dernières limites de la végétation.

Dans les conditions où étaient établies mes cultures, j'ai toujours pu observer au chromomètre des variations qui allaient de 1/2 à 8 degrés, marquant toujours des teintes plus intenses aux altitudes supérieures. Cette variation, quoique moins intense, a même pu être observée pour quelques plantes horticoles (*Veronica caucasica*, *Vinca herbacea*).

Quant aux dimensions des fleurs, le plus souvent elles ne changent pas sensiblement ; en plusieurs cas, comme je l'ai dit plus haut, elles augmentent même avec l'altitude.

4° *Développement des parties souterraines.*

Chez les plantes à rhizomes dont l'adaptation au climat est

(1) G. Bonnier : *De la variation avec l'altitude des matières colorées des fleurs, chez une même espèce* (Bulletin de la Soc. bot. de France ; t. XXVII, p. 103, 1880.

certaine, les tiges souterraines se sont développées relativement aux parties aériennes beaucoup plus dans la région alpine que dans la plaine. Il en est de même pour les racines renflées. J'ai fait voir aussi que certaines espèces qui sont annuelles dans les régions inférieures peuvent devenir vivaces aux altitudes élevées (1).

On peut se convaincre du développement des rhizomes en jetant un coup d'œil sur les planches 20, 21, 22 et 23.

Le *Teucrium Scorodonia* (5, M et 5, P, pl. 21) est une des espèces qui présentent le plus de différence à cet égard. On y voit en 5 M une partie seulement d'un énorme rhizome à divisions très épaisses. La moitié du même échantillon cultivée en plaine (5, P) a un rhizome grêle et allongé dont on voit un fragment photographié.

L'*Achillea Millefolium* photographié sur la même planche montre une bien moins grande différence dans les rhizones ; mais en déterrant avec soin toutes les parties souterraines d'un pied de la culture supérieure et en mesurant exactement la somme des volumes de ces parties par immersion dans l'eau, j'ai pu déterminer le rapport du volume de ces parties souterraines à celui des parties aériennes. La même opération a été faite pour l'échantillon de la culture inférieure. Le rapport était d'un 1/3 plus grand pour la plante de la région alpine.

Le *Lotus corniculatus* dont le fragment des parties souterraines est représenté en 2, P et 2 M (planche 20) offre presque d'aussi grandes différences que le *Teucrium*. On peut encore constater cette épaisseur relative du rhizome ou des racines dans le *Solidago Virga-aurea* (pl. 20), le *Poterium sanguisorba* le *Buplevrum falcatum* (pl. 22) et l'*Urtica dioica* (pl. 23).

A l'état naturel, j'ai recueilli des échantillons dans la région alpine dont les rhizomes très épais (y compris toutes leurs ramifications) avaient jusqu'à 8 mètres de longueur (*Vaccinium Myrtillus*), et 3^{m},50 (*Lotus corniculatus*).

(1) G. Bonnier : *Sur quelques plantes annuelles ou bisannuelles qui peuvent devenir vivaces aux hautes altitudes* (Bulletin de la Soc. bot. de France, t. XXXI, p. 306, 1884).

NUMÉROS D'ORDRE DES CULTURES.	NOMS DES ESPÈCES PLANTÉES.	LOCALITÉS DES CULTURES.	PLANT DE LA STATION SUPÉRIEURE COMPARÉ A CELUI DE LA STATION INFÉRIEURE.					OBSERVATIONS.
			Rapport des hauteurs maxima.	Rapport de la longueur moyenne des entre-nœuds.	Rapport de la superficie moyenne des feuilles.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des fleurs.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des feuilles vues par transparence.	
42	*Ranunculus acris*.......	Col de la Paloume...	0,5	0,6	0,45	+ 1	+ 2	Moins grand nombre de fleurs; feuilles plus poilues; plante très bien développée.
103	*Id.*	Aiguille de la Tour. .	0,3	0,4	0,65	+ 2	+ 2	Les tiges aériennes ont gelé au-dessus de 25 centimètres du sol.
98	*Id.*	Chaîne de l'Arbizon. .	0,2	0,5	0,55	+ 1	+ 2	Plante un peu plus velue.
159	*Caltha palustris*........	Pierre-Pointue......	0,5	»	0,60	+ 1	0	Peu de changement.
82	*Id.*	Hourquette d'Arreau.	0,7	»	0,75	+ 2	»	Id.
53	*Helianthemum vulgare* ..	Col de la Paloume...	0,7	0,8	0,75	+ 1	0	Plante plus velue, plus aplatie sur le sol.
91	*Parnassia palustris*.....	Chaîne de l'Arbizon. .	0,5	»	0,60	»	0	Fleurs d'un blanc plus éclatant.
188	*Id.*	Montanvers	0,6	»	0,65	»	+ 0,5	Id.
143	*Silene inflata* (semis)....	Aiguille de la Tour ..	0,5	0,6	0,70	»	»	Peu de changement.
184	*Acer campestre*.........	Chamonix...........	»	»	1,00	»	+ 3	Feuilles bien plus épaisses.
73	*Anthyllis Vulneraria* ...	Col de la Paloume...	0,7	»	0,70	»	»	Fleurs devenues d'un jaune mêlé de rose, tandis que la moitié du plant est à fleurs d'un jaune pâle dans la station inférieure.
113	*Trifolium pratense*.....	Aiguille de la Tour..	0,5	[illegible]	0,60	+ 2	+ 2	Fleurs plus [illegible] et [illegible]

21	*Trifolium repens*	Aiguille de la Tour...	0,6	»	0,60	»	+ 3	Fleurs d'un blanc rosé tandis qu'elles sont blanches dans la station inférieure, plus serrées dans chaque capitule et à pédicelles plus courts par rapport à la longueur du calice; feuilles plus épaisses; pétioles plus courts.
78	*Lotus corniculatus*......	Pic du Midi.........	0,15	0,2	0,15	0	+ 1	Fleurs groupées par 1 à 2; feuilles très épaisses par rapport à leur largeur; rhizome énorme.
168	*Id.*	Montanvers.........	0,2	0,2	0,30	+ 2	+ 2	Feuilles plus épaisses.
11	*Id.*	Col de la Paloume...	0,2	0,2	0,50	+ 2	+ 1	Id.
166	*Id.*	La Para............	0,4	0,3	0,55	+ 3	+ 1	Feuilles plus épaisses; beaucoup de fleurs restent d'un jaune presque orangé.
167	*Id.*	Glacier d'Argentière..	0,3	0,3	0,65	+ 1	+ 2	Feuilles plus épaisses.
74	*Lathyrus pratensis*......	Col de la Paloume...	0,5	0,4	0,70	+ 2	»	Peu de changement.
185	*Prunus Padus*..........	Chamonix	»	»	1,20	»	+ 4	Feuilles plus épaisses et plus larges.
174	*Prunus domestica*.......	Id.	»	»	1,00	»	+ 5	Feuilles plus épaisses.
122	*Potentilla Tormentilla*...	Aiguille de la Tour...	0,3	0,4	0,[illegible]9	+ 1	+ 1	Tiges plus couchées sur le sol; taches oranges des pétales plus foncées.
193	*Id.* ...	Id. ...	0,4	0,5	0,45	+ 1,5	+ 1	Id.
106	*Frageria vèsca*.........	Id. ...	0,8	»	0,70	»	»	Feuilles et pétioles beaucoup plus velus; fleurs bien moins nombreuses.
1	*Rubus idæus*...........	Col de la Paloume...	0,4	0,5	0,40	»	+ 2	Feuilles plus violacées, un peu plus velues; aiguillons plus nombreux.
179	*Id.*	La Para............	0,7	0,6	0,55	»	+ 0,5	Feuilles un peu plus épaisses.
101	*Poterium sanguisorba*...	Aiguille de la Tour...	0,3	»	0,45	»	+ 1	Tiges moins dressées; feuil-

NUMÉROS D'ORDRE DES CULTURES.	NOMS DES ESPÈCES PLANTÉES.	LOCALITÉS DES CULTURES.	PLANT SUR LA STATION SUPÉRIEURE COMPARÉ A CELUI DE LA STATION INFÉRIEURE. Rapport des hauteurs maxima.	Rapport de la longueur moyenne des entre-nœuds.	Rapport de la superficie moyenne des feuilles.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des fleurs.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des feuilles vues par transparence.	OBSERVATIONS.
								les peu nombreuses le long des tiges fleuries; plante un peu plus velue; styles d'un rouge plus foncé; rhizome très épais.
142	*Poterium sanguisorba* (semis).	Aiguille de la Tour..	»	»	0,50	»	+ 0,5	Différences moins marquées que dans le plant précédent.
117	*Alchimilla vulgaris*.....	Id. ...	0,4	0,5	0,50	»	+ 0,5	Feuilles plus velues et plus épaisses.
126	*Id.*	Id. ...	0,5	0.7	0,65	»	+ 0,5	Id.
90	*Epilobium montanum*...	Hourquette d'Arreau.	0,6	0,6	0,65	+ 1	+ 1	Feuilles relativement plus épaisses.
187	Id. ...	Montanvers	0.7	0,7	0,80	+ 1,5	»	Id.
93	*Buplevrum falcatum*....	Pic du Midi....	0,3	0,4	0,40	»	+ 1	Parties souterraines proportionnellement bien plus développées.
172	Id.	Lognan	0,4	0,5	0,45	»	+ 1	Id.
68	*Galium Cruciata*.......	Col de la Patoume...	0,15	0,05	0,30	»	+ 2	Tiges souterraines assez grêles mais extrêmement longues et à rameaux nombreux; plante plus velue.
173	Id.	Glacier d'Argentière.	[illegible]	0,4	[illegible]	»	+ 1	Id.

41	*Galium verum*.........	Col de la Paloume...	0,4	0,3	0,50	+ 0,5	+ 2	Parties souterraines plus développées proportionnellement.
81	*Id.*	Chaine de l'Arbizon..	0,3	0,2	0,35	+ 0,5	+ 2	Id.
112	*Id.*	Aiguille de la Tour..	0,3	0,2	0,40	0	+ 3	Id.
189	*Id.*	Pierre-Pointue......	0,4	0,2	0,40	0	+ 0,5	Id.
183	*Scabiosa succisa*.......	Id.	0,4	»	0,65	+ 1	+ 1	Plante à poils plus nombreux et plus longs.
86	*Id.*	Chaine de l'Arbizon..	0,5	»	0,60	+ 2	+ 1	Id.
160	*Solidago Virga-aurea*...	Lognan.............	0,35	0,5	0,50	+ 1	+ 2	Capitules plus grands et moins nombreux.
77	*Id.* ...	Col d'Aspin.........	0,4	0,6	0,55	+ 2	+ 2	Id.
70	*Bellis perennis*.........	Col de la Paloume...	0,5	»	0,65	»	+ 0,5	Plante plus velue; fleurs à partie rose plus large.
66	*Leucanthemum vulgare*..	Id. ...	0,8	0,8	0,90	»	+ 2	Feuilles notablement plus épaisses; languettes d'un blanc plus éclatant.
154	*Id.* ..	Aiguille de la Tour..	0,7	0,7	0,85	»	+ 3	Feuilles beaucoup plus épaisses.
12	*Achillea Millefolium*....	Col de la Paloume...	0,8	0,9	0,90	»	0	Plante plus velue.
39	*Id.*	Id. ...	0,5	0,6	0,75	»	0	Plante plus velue; la moitié supérieure des tiges fleuries a été gelée au-dessus de 30 c. pendant la première saison.
83	*Id.*	Col d'Aspin.........	0,25	0,3	0,35	»	+ 0,5	Parties souterraines relativement plus développées.
153	*Id.*	Aiguille de la Tour..	0,3	0,4	0,40	»	+ 1	Id.
161	*Gnaphalium silvaticum*..	Lognan.............	0,4	0,6	0,80	»	»	Plante plus velue.
79	*Id.* ..	Pic du Midi.........	0,3	0,5	0,75	»	»	Id.
171	*Carduus defloratus*.....	Aiguille de la Tour...	0,3	0,5	0,75	+ 2	+ 2	Capitules plus gros et plus rapprochés de la feuille supérieure; poils plus nombreux et plus longs.
110	*Taraxacum Dens-leonis*..	Id. ...	0,4	0,6	0,70	+ 3	+ 0,5	Peu de changement.
139	*Vaccinium Myrtillus*....	Id. ..	0,6	0,8	0,80	»	+ 0,5	Id.

NUMÉROS D'ORDRE DES CULTURES.	NOMS DES ESPÈCES PLANTÉES.	LOCALITÉS DES CULTURES.	PLANT DE LA STATION SUPÉRIEURE COMPARÉ A CELUI DE LA STATION INFÉRIEURE. Rapport des hauteurs maxima.	Rapport de la longueur moyenne des entre-nœuds.	Rapport de la superficie moyenne des feuilles.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des fleurs.	Différences au chromomètre de l'intensité de la couleur des feuilles vues par transparence.	OBSERVATIONS.
130	*Campanula barbata*.....	Aiguille de la Tour...	0,8	»	0,75	+ 1	»	Presq. aucun changement.
140	*Campanula rhomboidalis.*	Id. ...	0,7	0,8	0,70	+ 4	+ 1	Plante plus poilue.
14	*Campanula rotundifolia.*	Col de la Paloume...	0,6	0,7	0,70	+ 3	+ 1	Feuilles de la base relativement plus nombreuses et à limbe plus arrondi.
147	*Id.*	Aiguille de la Tour...	0,5	0,6	0,65	+ 4	+ 2	Id.
181	*Fraxinus excelsior*......	Chamonix..........	»	»	1,30	»	+ 4	Feuilles plus épaisses.
76	*Erinus alpinus*.........	Col de la Paloume...	»	»	1,00	+ 1	+ 1	Peu de changement.
100	*Veronica officinalis*.....	Col d'Aspin.........	»	0,7	0,80	+ 2	+ 0,5	Plante plus velue à rhizome relativement plus développé.
152	*Thymus Serpyllum*......	Aiguille de la Tour...	0,9		1,00	»	»	Pas de changement notable.
88	*Id.*	Chaine de l'Arbizon..	0,8	0,9	1,00	»	»	Id.
92	*Galeopsis Tetrahit*......	Hourquette d'Arreau.	0,5	0,6	0,80	»	+ 1	Poils plus abondants.
190	*Id.*	Lognan............	0,6	0,7	0,75	+ 0,5	+ 1	Id.
151	*Brunella vulgaris*......	Aiguille de la Tour...	0,7	0,7	0,75	+ 2	+ 3	Rhizome relativement plus développé.
87	*Id.*	Chaine de l'Arbizon..	0,8	0,8	0,80	+ 8	+ 2	Id.
169	*Id.*	Montanvers.........	0,5	[illegible]	0,60	+ 3	[illegible]	Id.
64	*Teucrium Scorodonia*..	Col de la Paloume	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	Col d'Aspin......	0,4	[illegible]	[illegible]	—	+ [illegible]	Rhizome beaucoup plus développé.
170	*Id.* ...	Montanvers.........	0,3	0,4	0,65	»	+ 1	Id.
102	*Chenopodium Bonus Henricus*............	Aiguille de la Tour...	0,3	0,4	0,50	»	+ 1	Peu de changement.
145	*Chenopodium Bonus Henricus* (semis)........	Id. ...	»	»	0,50	»	+ 1	Id.
80	*Urtica dioica*............	Chaîne de l'Arbizon..	0,45	0,5	0,60	»	+ 2	Rhizome très développé.
162	*Id.*	La Para............	0,5	0,5	0,55	»	+ 3	Id.
175	*Betula alba*............	Cascade du Dard.....	»	»	1,00	»	+ 2	Feuilles plus épaisses.
121	*Scilla autumnalis*.......	Aiguille de la Tour...	»	»	»	»	0	Plante qui dépérit; n'a pas fleuri.
107	*Carex flava*............	Id. ...	»	»	0,55	»	+ 0,5	Peu de changement.
13	— *digitata*.........	Col de la Paloume...	»	»	0,75	»	0	Plante qui dépérit.
114	— *panicea*.........	Aiguille de la Tour...	»	»	0,55	»	0	Plante qui dépérit; n'a pas fleuri.
111	*Anthoxanthum odoratum*.	Col de la Paloume...	0,4	»	0,45	»	0	Parties souterraines relativement plus développées; poils plus nombreux; fleurs plus foncées.
15	*Agrostis vulgaris*.......	Id. ...	0,4	»	0,50	»	+ 1	Feuilles plus rougeâtres.
59	*Dactylis glomerata*.....	Id. ...	0,3	»	0,45	»	+ 0,5	Peu de changement.
99	*Id.*	Col d'Aspin.........	0,3	»	0,45	»	0	Plante qui dépérit; n'a pas fleuri.
105	*Id.*	Aiguille de la Tour...	0,4	»	0,55	»	0	Peu de changement.
144	*Id.* (semis).	Id. ...	»	»	0,60	»	0	Développement plus rapide.
2	*Molinia cærulea*........	Col de la Paloume...	0,5	»	0,30	+ 2	+ 0,5	Fleurs d'un bleu presque noir; feuilles glauques.
124	*Id.*	Aiguille de la Tour...	0,3	»	0,25	+ 1	+ 1	Fleurs d'un bleu intense.
141	*Id.* (semis)..	Id. ...	»	»	0,40	»	»	—
150	*Polypodium vulgare*.....	Id. ...	0,5	»	8,60	»	+ 0,5	Peu de changement; rhizome très développé.
14	*Athyrium Filix-fœmina*.	Id. ...	0,4	»	0,75	»	»	Peu de changement; écailles brunes des pétioles relativement plus nombreuses.

Il est à remarquer, il est vrai, que dans bien des localités sèches et surtout au bord de la mer on trouve également un grand développement analogue des parties souterraines ; aussi l'établissement de cultures comparées, faites dans le même sol, était-il nécessaire pour démontrer que le climat alpin favorise le développement des réserves dans les parties souterraines. C'est ce que l'examen comparé de mes cultures a démontré. Il va sans dire que j'exclus toujours les plantes en voie de dépérissement dont j'ai parlé plus haut; et encore même pour la plupart de ces plantes le rapport des volumes des parties souterraines au volume des parties aériennes s'est-il montré toujours plus grand dans la région alpine, mais alors cela tenait simplement à l'appauvrissement des tiges aériennes.

On trouvera dans les tableaux précédents les principaux résultats des comparaisons faites entre les cultures. Toutes les mesures sont rapportées pour chaque pied coupé en deux au plant de la station supérieure.

Les plantes horticoles dont j'avais tenté la culture ne figurent pas dans les tableaux précédents, car parmi celles qui vivent encore, la plupart sont en voie de dépérissement graduel. On peut citer parmi celles qui ont le moins souffert du changement de climat les *Saxifraga crassifolia*, *Helianthus tuberosus*, *Vinca herbacea*, *Veronica caucasica* et *Betonica grandiflora*.

— Dans la première colonne des tableaux qui précèdent se trouvent inscrits les rapports des hauteurs maxima. On lit par exemple 0,5. Cela veut dire que si le plant de la station supérieure a $0^{m},30$, celui de la station inférieure est de $0^{m},60$; le rapport $\frac{0,30}{0,60} = 0,5$ indique que la hauteur maximum du plant de la station supérieure est la moitié de celle du plant de la station inférieure. Il en est de même pour le rapport de la longueur moyenne des entre-nœuds et pour le rapport de la surface moyenne des feuilles, indiqués dans les deux colonnes suivantes. Enfin, dans les cinquième et sixième colonnes, sont inscrites les

différences de degré chromométrique, étant considéré le plant de la station supérieure. C'est ainsi que +2 veut dire que la teinte de la fleur de la station supérieure a deux degrés du chromomètre de plus que celle de la fleur prise sur l'autre moitié de la plante cultivée dans la station inférieure.

Pour montrer de quelle manière ont été faites les observations comparées sur les deux moitiés d'un même pied plantées à des altitudes différentes. Je transcris celles relatives au *Trifolium repens* observé à la fin d'avril 1889 et qui avait été planté dans les deux stations en 1887.

Trifolium repens (20 et 21 avril 1889).

Moitié du pied, plantée à Cadéac en 1887.	Moitié du pied, plantée sur la chaîne de l'Arbizon en 1887.
— Hauteur maximum = $0^{m},22$.	— Hauteur maximum = $0^{m},13$.
— Fleurs peu serrées à pédicelle égalant environ le tube du calice.	— Fleurs très serrées (moins nombreuses par capitule) à pédicelle égalant le 1/3 ou le 1/4 du tube du calice.
— Longueur moyenne des pédoncules communs = $0^{m},130$.	— Longueur moyenne des pédoncules communs = $0^{m},080$.
— Pédoncule commun presque sans poils.	— Pédoncule commun velu.
— Longueur moyenne des pétioles = $0^{m},080$.	— Longueur moyenne des pétioles = $0^{m},020$.
— Largeur moyenne des folioles = $0^{m},015$.	— Largeur moyenne des folioles = $0^{m},010$.
— Folioles d'un vert clair par transparence (14 *h* du chromomètre).	— Folioles d'un vert foncé par transparence (14 *e* du chromomètre).
— Feuilles minces.	— Feuilles épaisses (1/5 en plus qu'à Cadéac).
— Fleurs blanches (tige fleurie mise dans l'alcool, n° 48).	— Fleurs d'un blanc rosé (tige fleurie mise dans l'alcool, n° 210).

CONCLUSIONS

L'ensemble des résultats donnés par les cultures comparé à l'observation des plantes à l'état naturel permet de tirer des recherches précédentes un certain nombre de conclusions.

On a pu se rendre compte que les modifications observées ne peuvent être étudiées avec fruit que sur des plantes : 1° qui se

trouvent spontanément aux altitudes où l'on opère, aussi bien à l'altitude inférieure qu'à l'altitude supérieure; 2° qui se sont réellement adaptées au climat et qui se développent normalement dans les saisons successives; 3° qui sont mises dans le même sol et sans aucun soin de jardinage (fumure, arrosages, etc.); 4° qui sont placées dans des endroits également découverts.

Les tableaux précédents font voir que les espèces sont très inégalement modifiées par le changement de climat. Tandis que le *Lotus corniculatus* ou le *Brunella vulgaris*, par exemple, subissent des transformations considérables, le *Thymus Serpyllum* ou le *Chenopodium Bonus-Henricus* par exemple, sont des plantes à peine modifiées par le climat alpin.

On a vu également que certains caractères varient d'abord dans un sens, à mesure que l'altitude augmente, puis en sens contraire; tels sont la couleur des fleurs ou l'intensité de la teinte verte des feuilles. Une même espèce peut donc présenter pour certains caractères un *optimum* d'altitude qui correspond au maximum des variations de ces caractères.

D'autres caractères, au contraire, tels que la taille de la plante, l'abondance des poils, semblent varier dans le même sens avec l'altitude jusqu'à la limite de la végétation phanérogamique.

C'est seulement après l'examen préliminaire de ces faits généraux que les stations de cultures ont pu être choisies et que j'ai pu chercher à établir les comparaisons dans les meilleures conditions, c'est-à-dire de façon à obtenir le plus de différences possible dans tous les caractères à la fois.

Un pied d'une espèce donnée étant coupé en deux moitiés, la première moitié a été plantée dans la station supérieure située dans la région subalpine ou dans la région alpine inférieure, la seconde moitié était placée sur un sol identique dans la station inférieure située au fond d'une vallée ou en plaine.

D'une manière générale, pour les plantes réellement acclimatées dans les deux stations, et dans les conditions où ont été faites les cultures, on observe le plus souvent que le plant de la station supérieure présente :

1° *Une taille plus petite;*

2° *Des entre-nœuds plus courts;*

3° *Un développement relatif plus considérable des parties souterraines;*

4° *Des feuilles plus petites* (1);

5° *Des feuilles plus épaisses relativement à leur surface et souvent même plus épaisses en valeur absolue;*

6° *Une teinte plus verte des feuilles;*

7° *Une coloration plus vive des fleurs.*

Je montrerai dans la seconde et dans la troisième partie de ces recherches comment les caractères de la structure et les variations des fonctions des végétaux correspondent aux modifications des caractères extérieurs (2).

Explication des planches.

Planche 20.

1, P. *Solidago Virga-aurea*, de la station inférieure.

1, M. La moitié du même plant cultivée à l'altitude de 1 800 mètres, montrant la tige aérienne réduite et les capitules relativement plus gros.

2. P. *Lotus corniculatus*, cultivé dans la station inférieure.

2. M. La moitié du même plant cultivée à 2 400 mètres d'altitude, montrant les parties souterraines beaucoup plus développées, les feuilles très réduites, les fleurs moins nombreuses et les fruits presque semblables.

3, P. *Galium Cruciata* de la station inférieure.

3. M. La moitié du même plant cultivée à 2400 mètres d'altitude, montrant les parties aériennes extrêmement réduites et les rhizomes grêles, très développés.

Planche 21.

4, P. *Achillea Millefolium*, de la station inférieure.

4, M. La moitié du même plant cultivée à 2 300 mètres d'altitude, montrant la tige aérienne peu developpée.

5. P. *Teucrium Scorodonia*, fragment de la moitié du plant cultivée à la station inférieure.

5. M. La moitié du même plant cultivée à 1 500 mètres; on voit un fragment de la tige souterraine, qui a acquis une épaisseur relativement considérable et la réduction des tiges aériennes feuillées et fleuries.

Planche 22.

6. P. *Poterium Sanguisorba*, de la station inférieure; une partie du plant qui était très développée.

(1) Sauf dans la région subalpine.
(2) Ces recherches seront exposées dans la *Revue générale de Botanique*.

6, M. La moitié du même plant cultivée à 2 300 mètres d'altitude.

7, P. *Carduus defloratus*, à 700 mètres d'altitude.

7, M. Là moitié du même plant cultivée à 2 300 mètres d'altitude ; on y voit le capitule relativement plus gros, sur une tige aérienne plus courte à entre-nœuds bien plus serrés.

8, P. *Buplevrum falcatum*, de la station inférieure (une partie du plant).

8, M. La moitié du même plant cultivée à 2 000 mètres d'altitude.

Planche 23.

9, P. *Gnaphalium silvaticum*, de la station inférieure.

9, M. La moitié du même plant cultivée à 2 300 mètres d'altitude.

10, P. *Urtica dioica*, fragment du plant de la station inférieure.

10, M. Fragment de la moitié du même plant cultivé à 2 200 mètre d'altitude.

11, P. *Galium verum*, fragment du plant de la station inférieure.

11, M. Fragment de la moitié du même plant cultivé à 2 200 mètres d'altitude.

NOTE

UR

LA PRÉPARATION DES GRAINS D'ALEURONE

Par M. V. A. POULSEN

Avant la publication de l'édition française de mon petit travail sur la « microchimie végétale » (1), il n'existait aucune méthode qui permît de préparer, d'une manière inaltérable, les grains d'aleurone de l'albumen. Comme j'avais toujours cherché à obtenir des préparations de ce genre, soit à la glycérine, soit au baume de Canada, je fis alors connaître une méthode dont le temps est venu confirmer l'efficacité. En effet, les coupes faites à cette époque à travers l'albumen du Ricin laissent encore voir la structure interne des grains d'aleurone d'une manière aussi distincte qu'au premier jour. Cependant tout récemment M. Overton, de Zurich, a découvert (2) une nouvelle méthode qui me semble offrir de réels avantages et dont je me suis servi aussitôt.

Voici en quoi elle consiste :

Après avoir durci, pendant quelques heures, les coupes de l'albumen du Ricin dans de l'alcool absolu, M. Overton les plonge dans une solution aqueuse d'acide gallotannique ; les cristalloïdes s'imbibent de cet acide et prennent une coloration brunâtre, quand on les met dans une solution d'acide osmique, à 1 p. 100. L'on n'a plus alors qu'à laver les coupes dans de l'eau distillée et à les mettre dans la glycérine.

La méthode de M. Overton se base, comme on le voit, sur la production de l'osmium métallique dans les cristalloïdes. Il m'a

(1) Traduction de M. Paul Lachmann ; Paris, 1882, p. 84.
(2) Cfr. : *Histologie und Physiol. d. Charen* ; Botan. Centralblatt, Bd. 44, 1890, pag. 1.

paru intéressant de faire subir les autres réactions du tannin à des coupes d'albumen de Ricin traitées de la même manière. J'ai ainsi obtenu deux nouvelles méthodes permettant de se procurer des préparations microscopiques qui peuvent servir à la démonstration pendant plusieurs années. En voici l'exposé :

1° *Procédé au bichromate de potasse.*

Les sections très minces de l'albumen sont d'abord plongées dans l'alcool absolu pendant vingt-quatre heures. Une fois durcies, elles sont placées pendant une heure dans une solution aqueuse d'acide tannique, à 25 p. 100, puis lavées dans de l'eau distillée ; on les plonge alors dans une solution aqueuse de bichromate de potasse, et on les y laisse séjourner, jusqu'à ce qu'elles soient devenues brunes ou jaunâtres. Les coupes ainsi traitées doivent être conservées dans la glycérine. Elles présentent des grains d'aleurone tout à fait transparents, où l'on voit nettement les deux sortes d'enclaves, le cristalloïde à contours bien nets et le petit globoïde.

2° *Procédé au gallotannate de fer.*

Les sections une fois durcies sont, comme précédemment, imbibées de tannin et lavées ; on les plonge ensuite pendant une heure, ou moins, dans une solution aqueuse de sulfate de fer de 10 à 20 p. 100 ; on obtient ainsi une coloration bleue très foncée, presque noirâtre, puis on les lave et on les déshydrate dans l'alcool absolu. On place alors les coupes dans l'essence de girofle, et enfin dans le baume de Canada. Les préparations ainsi faites sont très durables et d'une netteté admirable.

Je sais par expérience combien il est désagréable de n'avoir pas des préparations fixées au moment où l'on veut faire une démonstration microscopique aux élèves. C'est pour cette raison que je prends ici la liberté, non seulement d'attirer l'attention sur la méthode déjà citée de M. Overton, mais en outre de publier deux méthodes nouvelles qui en sont dérivées.

Laboratoire d'anatomie végétale de l'Université de Copenhague.
Novembre 1890.

OBSERVATIONS

SUR LES

BERBÉRIDÉES, NYMPHÉACÉES, PAPAVÉRACÉES

ET FUMARIACÉES

DE LA FLORE DE FRANCE

Par M. Gaston BONNIER (*Fin*).

FUMARIACÉES

CORYDALLIS

1. *Morphologie.*

La germination des *Corydallis* est au début assez semblable dans les différentes espèces; les cotylédons sont entiers et allongés, mais la suite du développement est différente chez le *C. bulbosa*, le *C. lutea* et le *C. claviculata*.

Le développement le plus remarquable est celui du *C. bulbosa* qui ne présente ordinairement qu'un seul cotylédon et dont la gemmule ne se développe pas. On sait que le cotylédon, la tigelle et une partie de la racine principale se détruisent ensuite; toute la provision de nourriture conservée vient s'emmagasiner dans un bourgeon adventif situé sur la racine. C'est le premier tubercule de la plante. A la base de ce tubercule, au bout de la seconde saison en naît un autre plus gros, et ainsi de suite.

Le développement du *Corydallis lutea* qui diffère du précé-

dent y ressemble cependant par ce point que la plante se multiplie par des bourgeons adventifs nés sur les racines. Le phénomène qui se produit dans la première année du *C. bulbosa* a lieu ici tous les ans ; mais, tandis que la réserve est condensée en un tubercule dans la première espèce, elle se répartit en un grand nombre de bourgeons adventifs chez le *C. lutea*. Au point de vue du développement, ainsi que des caractères extérieurs et de l'anatomie, le *C. claviculata* se rapproche, au contraire, des *Fumaria*.

2. *Distribution.*

Corydallis bulbosa Pers. (*C. cava Schweigg*, *C. fabacea Pers.*, *C. solida Smith*). J'ai recueilli en Dauphiné, sur le mont Saint-Eynard et le mont Rachais, une collection d'échantillons très nombreux, intermédiaires entre les trois espèces par tous les caractères. La sous-espèce *C. solida* est particulièrement répandue dans le midi. On la trouve dans la région alpine des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes (Br.), à la Sainte-Baume (Roux). Assez rare, et seulement dans la région montagneuse, dans le Tarn, elle est assez commune dans les montagnes de l'Aveyron et dans les Cévennes (C.), ainsi que dans les basses montagnes de l'Hérault et du Gard (F. et B.). M. Malvezin l'a observée jusqu'à 1600 mètres d'altitude dans le Cantal. Localisé sur les terrains siliceux, comme dans l'Aveyron, on peut trouver le *C. solida* sur les schistes et les calcaires, dans les Ardennes (Baz.).

Corydallis lutea DC. — Cette espèce ordinairement localisée sur les vieux murs est naturalisée sur les rochers en plusieurs localités de la Savoie.

Corydallis claviculata DC. — C'est à tort que Grenier et Godron indiquent ce *Corydallis* à Montpellier (F. et B.) ; on l'observe dans les Cévennes, à partir de 600 mètres. Il est douteux qu'il existe à Avignon, localité indiquée également par Grenier et Godron. M. Reverchon l'a trouvé à Serres (Hautes-Alpes) en 1872.

Assez rare dans la partie montagneuse du Tarn, cette espèce est très rare dans l'Aveyron où M. Coste la signale seulement à Murasson et à Laval-Roquecézières, à l'altitude de 8 à 900 mètres. D'une manière générale, c'est une plante qui préfère les terrains siliceux.

FUMARIA

1. *Morphologie et structure.*

En germant, les *Fumaria* développent leur gemmule et produisent, pour la plupart, des feuilles primordiales allongées qui rappellent la forme des cotylédons. Chez les *Fumaria*, la racine principale persiste en général et s'épaissit. D'une constitution anatomique très analogue à celle des *Glaucium*, cette racine se détruit rapidement soit sur deux régions opposées, soit sur un certain nombre de lignes tout autour. Dans le premier cas, ce n'est pas, comme le dit Royer (1), parce qu'il ne se forme pas de tissus secondaires en face des faisceaux du bois primaire, c'est, comme chez beaucoup de Papavéracées, parce que les tissus secondaires y sont mous et peu résistants, tandis que les tissus secondaires produits à l'intérieur des deux faisceaux libériens primaires sont lignifiés et résistants.

La structure primaire de la tigelle des *Fumaria* rappelle tout à fait celle de la tigelle de *Glaucium* qui a été figurée plus haut (2). Il s'y trouve, au début, une lame de bois primaire et deux faisceaux libériens logés dans un cylindre central relativement très petit par rapport à l'écorce.

Les feuilles primordiales successives sont remarquables par la différenciation anatomique de leur limbe qui correspond à la différenciation morphologique externe. On trouve dans les feuilles successives tous les intermédiaires entre un parenchyme homogène comme celui des cotylédons et le parenchyme différencié des feuilles profondément découpées.

Enfin, je signalerai encore les feuilles grimpantes de certains

(1) *Flore de la Côte-d'Or*, p. 77.
(2) Voyez la *Revue générale de Botanique*, 1890, fig. 146, p. 452.

Fumaria, et particulièrement du *Fumaria capreolata* où l'on observe toutes les transitions entre un lobe ordinaire de feuille et une vrille, aussi bien au point de vue anatomique qu'à celui de la morphologie externe.

2. *Distribution.*

Fumaria capreolata L. — Cette espèce que M. Clavaud a divisée en deux sous-espèces (*F. speciosa* et *F. Loiseleurii*), la seconde divisée elle-même en *F. Boræi Jord.* et *F. Bastardi Bor.*, est, dans l'ensemble, une espèce des localités chaudes. Très répandue dans la région méditerranéenne où elle est commune dans les sables maritimes, elle s'étend dans le sud-ouest, l'ouest et le centre en devenant de moins en moins abondante. Assez rare dans le Tarn et rare dans l'Aveyron où elle se trouve sur les terrains siliceux (C.), elle est signalée à Carcassonne (Bai). Dans le Nord, on la retrouve jusque dans les Ardennes, au milieu des broussailles très chaudes exposées au sud-ouest, à Chooz, près Givet (Baz).

M. Émile Martin n'a pas remarqué aux environs de Romorantin d'intermédiaire entre les *F. Boræi* et *F. Bastardi ;* mais ces intermédiaires se trouvent assez fréquemment dans le centre de la France et surtout dans le Sud-Ouest.

Le même auteur observe depuis un certain nombre d'années dans un terrain de Romorantin, sur une très petite étendue, un *Fumaria* qui diffère du *F. Boræi* par l'éclat de ses fleurs plus grandes, plus nombreuses et plus espacées sur le pédoncule commun et que, conformément à l'opinion de M. Franchet, il a appelé *F. Boræi var. major.*

Fumaria media DC., non Lois. (*F. agraria GG., non Lag.*). — Localités à citer : Carcassonne (Bai), Eyguières (Bouches-du-Rhône) (Br.), vieux murs à Saint-Sernin, dans le Tarn (C.).

Fumaria densiflora DC. — Il faut ajouter aux localités de

cette espèce : les Ardennes à Belair près de Charleville et Mézières, sur les murs, et le département de la Marne (Baz.).

Fumaria Vaillantii Lois. — Cette plante se trouve dans la région du Nord, çà et là dans les moissons des collines crayeuses d'Artois et de Picardie (Masc.). C'est par erreur que Lamotte la signale comme très commune en Auvergne (M., H.).

Le *F. Vaillantii* est rare en Provence ; on le trouve au Plan-de-Lorgues près d'Aix en Provence (Br.). Il est rare dans le Tarn et assez répandu dans l'Aveyron (C.). On le trouve dans la Nièvre, la Côte-d'Or et les Ardennes (Baz.). Dans la Sarthe, il est assez commun à Saint-Mamers (Ch.).

D'une manière générale, cette plante préfère les terrains calcaires.

Fumaria spicata L. — Cette plante est répandue dans la région méditerranéene sauf à l'Est. Commune dans le Languedoc et les Bouches-du-Rhône, elle est plus rare dans le Var et très rare dans les Alpes-Maritimes (1).

(1) La suite des observations sur les Plantes de la Flore de France paraîtra dans la *Revue générale de Botanique*, en 1891.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LA CLASSIFICATION

ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE

PUBLIÉS EN 1888 ET 1889

L'étude des plantes vasculaires de la France captive trop de botanistes pour qu'en deux années consécutives l'on n'ait pas à enregistrer un nombre considérable de travaux. Mais beaucoup, n'ayant pour objet que des recherches ou observations partielles, ne sont que des articles très courts dont le souvenir échappe bientôt; de plus la plupart ont été publiés dans une foule de revues, de bulletins de sociétés savantes et de périodiques de toute sorte que l'on ne peut se procurer que très difficilement; dans ces conditions il devient impossible de se faire une juste idée des progrès faits par la botanique française dans un laps de temps déterminé. L'on conserve bien à l'esprit le souvenir d'une flore, d'un catalogue, de remarques importantes de géographie botanique, mais tout le reste finit par passer inaperçu. Un travail d'ensemble, qui puisse guider les recherches des travailleurs, s'impose donc. Malheureusement, avec cette division de travail à l'infini, résultat nécessaire de l'état actuel de la littérature botanique spéciale à la flore française, nous serons forcément incomplets. Pour éviter à l'avenir de ces lacunes regrettables, qu'il nous soit permis de solliciter de tous les auteurs un bienveillant concours en les priant de faire connaître eux-mêmes à la Revue générale leurs diverses publications, comme l'ont déjà fait maints savants que nous ne saurions trop remercier de leurs gracieux envois.

Les travaux phytographiques que nous avons à analyser se rapportent à deux groupes bien distincts. Les uns d'un *ordre purement descriptif* traitent de différents détails concernant la classification, les caractères, la synonymie, etc., des espèces françaises; les autres appartiennent à la *géographie botanique* et donnent la distribution géographique des plantes vasculaires. Nous allons passer successivement en revue ces deux séries de travaux, en étudiant séparément dans leur partie descriptive et dans leur partie géographique ceux qui sont rédigés à ces deux points de vue différents. Nous terminerons par quelques mots sur les essais d'*application des caractères anatomiques à la classification* des plantes françaises et sur les ouvrages de *botanique populaire* ou de *vulgarisation*.

I. — Botanique descriptive.

1° *Travaux d'ensemble : Flores.*

En fait de travaux récents embrassant un certain ensemble de la classification des plantes vasculaires, nous n'avons à signaler que la Flore de la Côte-d'Or de MM. Viallanes et d'Arbaumont (1), la seconde partie de l'Essai de la Flore du sud-ouest de M. Revel (2) et la huitième édition de la Flore de Cariot par le Dr Saint-Lager (3).

Les auteurs de la Flore de la Côte-d'Or n'ont eu d'autre prétention que de faire une petite flore classique, claire et commode, d'un département où la botanique est en grand honneur. Ils ont parfaitement réussi, mais leurs tableaux analytiques et les courtes descriptions qu'ils donnent des familles, des genres et des espèces ne dépassent pas le but proposé. Une simple remarque à propos de la synonymie suivie dans ce travail. Partisans des lois de priorité, les auteurs ont adopté les noms génériques et spécifiques les plus anciens ; c'est ainsi, par exemple, que le *Corynephorus canescens P. B.* est dénommé *Weingærtneria canescens Brnh.* Nous ne croyons pas cet essai heureux dans un ouvrage destiné aux commençants et aux simples amateurs ; c'est, au contraire, les exposer à de nombreuses erreurs ou confusions quand ils consulteront d'autres flores.

Le fragment de la Flore du sud-ouest, œuvre posthume du regretté M. Revel publiée par les soins de la Société des Lettres, Sciences et Arts de l'Aveyron, sous la direction de M. Jordan de Puyfol, comprend la famille des Composées jusqu'à celle des Labiées inclusivement. Les 435 espèces qui en font l'objet y sont traitées au point de vue descriptif de la même façon que dans la première partie de 1885 ; la synonymie est assez complète, les diagnoses sont courtes et claires et des notes critiques accompagnent les espèces litigieuses.

La huitième édition de la Flore de Cariot comprenant le bassin moyen du Rhône et de la Loire semble presque une œuvre nouvelle tant elle a subi de modifications importantes. Tout d'abord elle contient 112 pages de plus que la précédente édition, et cet accroissement ne résulte pas seulement de l'extension donnée à la partie géographique, mais aussi du plus grand développement accordé à la partie descriptive toutes les fois que cela a paru nécessaire à M. le Dr Saint-Lager en vue de la clarté des diagnoses. De plus l'ordonnance des espèces, genres et familles est toute autre. Le nombre des

(1) A. Viallanes et J. d'Arbaumont : *Flore de la Côte-d'Or contenant la description des plantes vasculaires spontanées ou cultivées en grand dans le département.* Dijon. 1889.

(2) J. Revel : *Essai de la flore du sud-ouest de la France ou Recherches botaniques faites dans cette région.* Partie II. Villefranche, 1889.

(3) A. Cariot : *Étude des fleurs*, t. II. *Botanique descriptive ou Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire.* Édit. VIII, *revue et augmentée*, par le Dr Saint-Lager. Lyon, 1889.

genres et des familles a été accru dans la proportion de 18 pour les premiers de ces groupes et de 19 pour les seconds. M. Saint-Lager, en effet, juge qu'il n'y a aucune commodité mnémonique à réduire ce nombre autant que possible; et à l'appui de sa manière de voir, il constate avec raison que le botaniste n'a fait qu'une économie illusoire en ce qui concerne les noms dont il est obligé de garder le souvenir, lorsqu'il a réuni les *Arenaria* aux *Alsine*, les *Chrysanthemum* aux *Leucanthemum*, les *Cirsium* aux *Carduus*, les *Blitum* aux *Chenopodium*, les *Setaria* et *Digitaria* aux *Panicum*, etc., puisque malgré cette réunion il est forcé de créer des sous-genres dont il doit connaître les noms. Le nombre des espèces, au contraire, a diminué dans de notables proportions; 149 formes admises comme espèces dans la septième édition sont descendues au degré de variétés dans la huitième.

M. Saint-Lager attribue aux espèces qu'il admet une valeur différente: 2668 sont données comme primordiales et 362 autres, dont le nom est imprimé en plus petits caractères, sont considérées comme des formes secondaires subordonnées aux premières; sur ces dernières, 90 non numérotées sont très brièvement décrites et 90 autres sont supposées hybrides ou métis. Nécessairement cette subordination des espèces trouve surtout son application à propos des genres critiques.

Fidèle à ses principes sur la réforme de la nomenclature botanique, M. Saint-Lager ne tient pas toujours compte des lois de la nomenclature botanique formulées au Congrès de 1867. S'appuyant sur les principes exposés par Linné dans sa *Philosophia botanica*, quand un nom spécifique rappelle soit un nom d'homme ou de pays, soit des propriétés médicales, alimentaires et industrielles, il propose souvent un nom nouveau exprimant un caractère organique différentiel, par exemple *Ranunculus dasycarpus* pour *R. Seguieri*, *Androsace divaricata* pour *A. Chaixi*, *Trientalis ovalifolia* pour *T. europæa*, *Rumex macrophyllus* pour *R. hydrolapathum*, *Hydrocharis cordifolia* pour *H. Morsus-ranæ*, *Orobanche sarothamnophya* et *medicaginiflora* pour *O. major* et *medicaginis*, etc., etc. De même quand un nom spécifique ou générique est en désaccord avec les règles de la grammaire, de l'orthographe ou avec le génie de la langue à laquelle il est emprunté, il le remplace par une autre dénomination plus correcte; ainsi le *Cypripedium Calceolus* dont la traduction exacte est *Sabot de Vénus-Sabot* est appelé *Calceolus alternifolius*, afin d'éviter « cette tautologie tout à fait insupportable dans une nomenclature en usage parmi les hommes instruits »; de même les genres *Œnothera*, *Kentrophyllum* et *Gagea* sont orthographiés *Onothera*, *Centrophyllum* et *Gagia*. Enfin, à titre de curiosité et de remarque historique, les appellations génériques sont suivies des noms des auteurs anciens qui en font mention, et on lit souvent à côté de celui du botaniste qui en a donné la description précise ceux de Bauhin, Clusius, Lobel, Matthiole, Pline, Dioscoride, Virgile, Columelle, Varron, Caton et Théophraste.

Le genre *Rosa* et toute la classe des *Cryptogames vasculaires* ont été rédigés par des spécialistes, MM. Boullu et Lachmann: ce sont, pour ainsi dire, des monographies partielles que nous analyserons séparément avec les travaux de ce genre. Quant aux *Characées* qui ne rentrent point dans notre cadre, ils sont l'œuvre d'un autre spécialiste, M. Garcin.

Avec un pareil ensemble d'éléments nouveaux, l'œuvre de M. Cariot prend un tout autre aspect et devient l'une de nos flores régionales les plus importantes. Quelques-unes des innovations que M. Saint-Lager y a apportées doivent-elles être prises comme modèle pour les flores à venir, c'est ce que nous essayerons de juger quand, à la fin de notre revue de botanique descriptive, nous ferons ressortir dans une courte synthèse les diverses tendances et théories qui se dégagent naturellement des travaux que nous aurons analysés.

2° *Fragments descriptifs, notes critiques, observations, questions de nomenclature, etc.*

Cette série est de beaucoup la plus importante. Les articles sont nombreux, et, bien qu'ils se bornent quelquefois à quelques lignes, ils renferment presque toujours des faits nouveaux et des observations inédites. On y trouve, en effet, outre quelques descriptions d'espèces nouvelles ou supposées telles par leurs auteurs, une foule de remarques sur nos variétés, espèces et genres critiques, encore mal étudiés et dont la valeur n'est pas bien délimitée ; de plus, ils font connaître et étudient de nombreuses plantes hybrides ou quelques anomalies ou élucident bien des points obscurs de synonymie et quelques questions de détail sur la nomenclature.

Pour mettre un certain ordre dans cette revue et en même temps permettre de la consulter plus facilement, nous allons analyser ces différents travaux dans l'ordre des familles de la Flore de France.

Renonculacées.

M. G. Bonnier (1), dans un travail que les lecteurs de la *Revue générale* ont déjà apprécié et sur lequel nous aurons encore l'occasion de revenir plusieurs fois, étudie la famille dans son ensemble. Rappelons seulement quelques-unes de ses principales conclusions.

La distinction entre les genres *Clematis* et *Atragene* n'a pas grande valeur ; elle n'est fondée que sur un seul caractère, la présence ou l'absence de pétales à l'intérieur des sépales pétaloïdes. Or, ce caractère unique n'est nullement constant puisque l'on trouve assez fréquemment des fleurs de *Clematis Vitalba* et de *C. Flammula* dont les étamines extérieures sont transformées en pétales comme dans une fleur ordinaire d'*Atragene*, et réciproquement des fleurs d'*Atragene* sans pétales.

Chez les *Thalictrum*, le caractère fondé sur la distinction des rhizomes courts, renflés et des stolons grêles, que l'on donne comme distinctif entre les espèces principales n'est pas meilleur que les autres. C'est ainsi que le *T. minus*, toujours indiqué dans les flores comme stolonifère, se présente souvent dans la région sous-alpine et alpine sans stolons et avec de nombreux renflements, tandis qu'au contraire le *T. fœtidum* a été trouvé muni de stolons grêles et allongés.

(1) G. Bonnier : *Observations sur les Renonculacées de la flore de France* (Rev. gén. de Botanique, 1889).

Les fleurs de beaucoup d'espèces du genre *Anemone* présentent souvent de grandes variations de forme et de structure. Parmi les nombreux exemples donnés, citons l'*A. nemorosa* de Marlotte avec les trois sépales extérieurs verts comme trois sépales de Ficaire et des exemplaires de cette espèce, attaqués par l'*Æcidium anemones*, dont les sépales sont déformés et souvent creusés en cornet comme des sépales de *Myosurus* et des pétales d'Ancolie.

Le genre *Callianthemum* ne peut être caractérisé d'une manière bien nette; on rencontre souvent des formes de passage avec diverses espèces de Renoncules.

Dans le genre *Ranunculus*, M. Bonnier cite de nombreux cas tératologiques, entre autres les concrescences des rameaux et des pédoncules floraux (fasciation) se perpétuant par le semis chez le *R. gramineus*, et diverses modifications, suivant le milieu, des feuilles nageantes et submergées chez les *R. Lingua* et *Flammula*.

Enfin le genre *Caltha*, au point de vue des diverses parties du pistil, peut être considéré comme intermédiaire entre les genres *Ranunculus* et *Helleborus*.

Deux notes de MM. Morot (1) et Hua (2) complètent les recherches de M. Bonnier sur le polymorphisme de l'*Anemone nemorosa*. M. Morot à propos d'échantillons caractérisés par des feuilles d'une ampleur extraordinaire et des fleurs de très grande dimension (8 centimètres environ), recueillis pendant plusieurs années consécutives dans le département du Nord et identiques à d'autres spécimens trouvés dans la Somme par de Vicq et dans la Seine-Inférieure par M. Niel, croit à une variété bien déterminée, à floraison plus tardive, propre au nord et au nord-ouest de la France.

Quant à M. Hua, il signale une forme découverte par lui en Seine-et-Oise près Ecouen et constamment caratérisée par l'absence d'étamines et une floraison plus tardive; il en fait une variété *anandra*.

M. Foucaud (3) a étudié le polymorphisme du *Ranunculus trichophyllus*. Cette espèce offre, dans le sud-ouest, des formes à fleurs plus ou moins grandes, à feuilles plus ou moins flasques, plus ou moins incrustées et à carpelles plus ou moins hérissés ou tout à fait glabres. Dans les eaux calcaires de l'intérieur, les carpelles sont ordinairement assez hérissés et les feuilles raides par incrustation; dans les eaux calcaires et très légèrement saumâtres de la région maritime, la plante est quelquefois hispide dans toutes ses parties, à carpelles très hérissés et à feuilles très raides; enfin dans les eaux non calcaires et courantes, elle est souvent entièrement glabre. Quant aux fleurs, on en trouve fréquemment dont les pétales dépassent peu les sépales, ou les égalent plusieurs fois, et il n'est pas rare d'observer

(1) L. Morot : *Sur une forme à grande fleur de l'Anemone nemorosa L. observée dans le département du nord* (Journal de Botanique, 1888, p. 407).

(2) H. Hua : *Anemone nemorosa L., var. anandra* (Bull. Soc. bot. de France, 1888, p. 255).

(3) J. Foucaud : *Ranunculus trichophyllus Chaix* (Bull. Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 25).

toutes ces formes croissant pêle-mêle dans le même fossé. Lorsque ce *Ranunculus* est entièrement glabre, ajoute M. Foucaud, il ressemble beaucoup au *R. Drouetii*, avec lequel il croît souvent, mais il s'en distingue facilement par la forme et la disposition de ses carpelles formant une tête conique et non globuleuse.

M. Lloyd (1), qui, dans la dernière édition de sa *Flore de l'ouest*, publiée en collaboration avec M. Foucaud, disait à propos du *Ranunculus Drouetii*, « ou nous n'avons pas cette plante, ou bien M. Foucaud et moi ne savons pas la distinguer » du *R. trichophyllus*, a eu depuis maintes fois l'occasion de l'observer dans le rayon de sa flore, et il la considère comme une espèce distincte. D'après cet éminent botaniste le *R. Drouetii* diffère surtout du *R. trichophyllus* par ses carpelles moins nombreux, glabres, lâches, c'est-à-dire espacés de manière que la moitié supérieure du carpelle qui est renflée-arrondie est tout à fait dégagée ; dans le *R. trichophyllus*, au contraire, les carpelles sont velus, serrés, comprimés, un peu aigus et imbriqués de manière à laisser voir seulement le côté extérieur du carpelle. Cette disposition donne à la tête des fruits un aspect différent facile à distinguer. De plus dans le *R. Drouetii* les stigmates sont plus étroits et en languette ; dans le *R. trichophyllus* ils approchent de l'ovale. Cette comparaison des carpelles et des stigmates doit être faite sur les plantes vivantes. Les autres caractères tirés de la grosseur et de la grandeur des tiges, de la couleur et de la consistance des feuilles sont très variables ; M. Lloyd a rencontré quelquefois les deux espèces dans les mêmes fossés et il n'a pu les distinguer qu'après les avoir tirées de l'eau et avoir examiné les carpelles et les stigmates.

M. Malinvaud (2), dans une judicieuse analyse d'un travail de MM. Kerner et Townsend sur les *Ranunculus acris L.* et *Steveni Andrz*, donne un aperçu « des incertitudes et des obscurités qu'on rencontre à chaque pas lorsqu'on s'engage dans les sentiers de l'école analytique ». D'après ces auteurs ces deux espèces doivent être conservées, mais la synonymie qu'ils donnent est complètement en désaccord avec celle des botanistes français. En effet, pour M. Jordan, le *R. acris* n'est qu'une variété du *R. Steveni* ; pour M. Kerner, au contraire, le véritable *R. acris* serait exactement le *R. boræanus* de M. Jordan et ce dernier botaniste aurait pris le *R. Steveni* pour le *R. acris* !

Dans une autre note, M. Malinvaud (3) tout en reconnaissant que certains caractères attribués par Linné à son *Ranunculus chærophyllos* ne conviennent pas à la plante française généralement désignée sous ce nom, mais à une autre forme du sud-ouest de l'Europe, juge cependant que le nom spécifique de *chærophyllos* doit être conservé à notre plante française et non remplacé par celui de *flabellatus* Desf. comme l'a proposé M. Freyn. Il s'appuie pour cela sur l'autorité de Boissier, Cosson et autres, qui nient l'iden-

(1) J. Lloyd : *Ranunculus Drouetii Schultz*. (Bull. Soc. bot. Rochelaise, 1889, p. 26).
(2) E. Malinvaud : *Ranunculus Steveni Andrcz. et R. acris L.* (Journ. de bot., 1889, p. 405).
(3) E. Malinvaud : *Question de nomenclature* (Journ. de bot, 1888, p. 447).

tité des *R. flabellatus* et *chærophyllos* et sur l'article 56 des lois de la nomenclature botanique.

La conclusion de M. Malinvaud est combattue par M. Franchet (1) qui adopte au contraire celle de M. Freyn, pour cette raison que Linné a compris sous le nom de *R. chærophyllos* au moins quatre espèces différentes et que si l'on voulait conserver ce nom on ne pourrait l'appliquer qu'à une espèce non française, le *R. millefoliatus*, la seule dont l'identité puisse être établie d'après la synonymie des deux éditions du *Species*.

En réponse à cet article, M. Malinvaud (2) tout en admettant la justesse des observations de M. Franchet et en reconnaissant que l'expression de *chærophyllos*, qui avait autrefois, pour notre plante française, un sens précis et fixé par l'usage, sera désormais indécise et sujette à l'équivoque, estime toujours qu'elle ne peut être remplacée par celle de *flabellatus*. Aussi il préfère tout simplement conserver la première, comme l'a fait Boissier « ne confusio major oriatur ».

M. Masclef (3), dans une revision des Hellébores des Alpes de la Savoie et du Dauphiné, appartenant au groupe *Euhelleborus* (Schiffner), arrive à cette conclusion que nous n'avons dans ces régions que des formes mal définies ou de transition se rapportant toujours à plusieurs types distincts et ne réunissant jamais tous les caractères d'un seul. A l'appui de son affirmation il décrit un certain nombre de formes de passage du type *viridis* (*H. viridis* L. sens. auct. recent.) vers les types *occidentalis*, *dumetorum* et *multifidus* (*H. occidentalis* Reut., *H. dumetorum* Kit, *H. multifidus* Vis.), puis d'autres formes présentant le mélange complet des deux types *viridis* et *occidentalis*, enfin un type nouveau, lui aussi tout de transition, qu'il appelle *H. Personnati* en mémoire du botaniste qui l'a trouvé le premier. M. Masclef en donne une longue description et montre que s'il possède un certain nombre de caractères trop nettement tranchés pour qu'il puisse rentrer dans une espèce déjà décrite, il n'en présente pas moins de nombreuses affinités avec les formes occidentales et orientales de la section *Euhelleborus*. Selon lui ce nouveau type alpin établit nettement le passage entre les types du nord et ceux de l'est et du midi.

Cette présence exclusive de formes de transition dans nos Alpes françaises où viennent se terminer les aires de dispersion de tous les types occidentaux de la section *Euhelleborus*, l'affinité que présente l'*H. Personnati*, spécialement par son carpelle libre à la base, avec les types orientaux, et aussi cette considération qui ressort des travaux de ses devanciers, que tous les types de la section ne sont bien caractérisés qu'au centre de leur aire de dispersion tandis que sur leurs limites ils se confondent avec leurs voisins, porte M. Masclef à affirmer que tous les types de la section *Euhelleborus* ne sont que des formes locales dues aux transformations d'un type primitif et

(1) A. Franchet : *Note sur le Ranunculus chærophyllos* (Journ. de bot. 1889, p. 11).
(2) E. Malinvaud : *A propos du Ranunculus chærophyllos* (Journ. de bot. 1889, p. 21).

(3) A. Masclef : *Les formes critiques d'Hellébores de la Savoie et du Dauphiné* (Rev. gén. de bot., 1889, p. 597).

appartiennent à une seule et même espèce type. M. Masclef propose de conserver jusqu'à nouvel ordre le nom d'*H. officinalis* Spach, à cette espèce primordiale; quant aux nombreuses formes décrites comme espèces par les auteurs, on peut très bien, ajoute-t-il, sans leur attacher de valeur spécifique, les conserver comme *types* de formes locales, et son *H. Personnati* doit prendre place au milieu d'eux comme type de transition, au même titre que l'*H. odorus* Kit.

Papavéracées.

C'est par la description d'une espèce de cette famille, le *Papaver pinnatifidum* Moris, que M. Rouy (1), dans le « Naturaliste », commence la publication du second fascicule de ses « Suites à la Flore de France de Grenier et Godron ». Selon M. Rouy, cette plante de l'Italie méridionale, commune à Nice et à Menton, est une « bonne espèce facile à distinguer du *P. dubium* par ses feuilles supérieures peu découpées et sa longue capsule, oblongue en massue, très insensiblement atténuée à la base.

Crucifères.

M. Rouy (2) décrit trois plantes nouvelles pour la Flore de France. La première, le *Cardamine Chelidonia* L., est une bonne espèce corse à classer près des *C. latifolia et amara*. La seconde, l'*Alyssum serpyllifolium* Desf., trouvé dans l'Hérault, n'est qu'une sous-espèce de l'*A. alpestre*, elle diffère du type principalement par ses rameaux dressés, ses feuilles moins spathulées, ses fleurs plus petites, ses fruits moins larges et plus allongés au sommet et ses graines ailées des deux côtés. La troisième est l'*Iberis Candolleana* de Jordan; malgré les nombreuses affinités de cette plante avec les *I. Aurosica* Chaix et *nana* All., et même avec l'*I. spathulata* Berg., M. Rouy la considère comme une espèce bien distincte.

M. Giraudias (3) a trouvé aux environs de Foix une forme de *Biscutella lævigata* se rapprochant de celle distribuée par Bordère sous le nom de *B. oreites* Jord. Mais comme cette dernière plante diffère d'après M. Timbal-Lagrave du type jordanien, M. Giraudias, qui appartient à l'école analytique, propose pour sa plante le nom nouveau de *B. Timbali*.

Dans une étude des *Iberis* du Gard, M. Martin (4) relève dans la flore de Pouzolz deux erreurs que seuls les partisans de l'école jordanienne peuvent trouver bien graves : les *Iberis Violetti* Soy. Will. et *intermedia* Guers. sont les *I. deflexifolia* et *collina* de Jordan. A ce propos M. Martin trouve

(1) G. Rouy : *Suites à la « Flore de France » de Grenier et Godron* (*Description des plantes signalées en France et en Corse depuis* 1855). Le Naturaliste, 1888, p. 30.
(2) Loc. cit., 1888, p. 31.
(3) Giraudias : *Notes critiques sur la flore ariégeoise* (Extrait du Bull. Soc. d'études scient. d'Angers, 1888).
(4) B. Martin : *Notice sur les Iberis de la flore du Gard* (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 33).

« regrettable » que de Pouzolz « ait eu la singulière idée » de se servir des flores de Normandie et de Lorraine et non de l'étude de M. Jordan sur quelques espèces nouvelles du genre Iberis. Enfin pour M. Martin l'*I. panduræformis* Pourr. est une excellente espèce.

Violariées.

Le *Viola sabulosa* Bor. des sables maritimes de nos côtes septentrionales a été étudié par M. MASCLEF (1). Après avoir énuméré ses principaux caractères et relevé un certain nombre d'inexactitudes dans les descriptions de Boreau, de Candolle, Dumortier et de Vicq, cet auteur montre que ce *Viola*, communément regardé comme une assez bonne espèce, doit être considéré comme une simple variété littorale du *V. tricolor;* de nombreuses affinités avec la variété *vulgaris* Koch (*V. tricolor* Bor.) et avec les variétés *agrestis* et *segetalis* Gren. et Godr. (*V. agrestis* Jord., *V. segetalis* Jord.) marquent sa place au milieu d'elles.

Un *Viola* récolté près de Périgueux et envoyé par M. D'ABZAC DE LA DOUZE (2) à la Société botanique de France, avec nombreux détails et description à l'appui, n'a pu être déterminé sûrement. Tandis que M. Malinvaud le considère comme une variété à petites fleurs du *V. virescens* Jord., ou peut-être un hybride, M. Rouy le regarde comme le *V. scotophylla* Jord. Si nous citons cet exemple c'est simplement pour montrer une fois de plus combien la détermination exacte de certaines formes jordaniennes embarrasse souvent les botanistes les plus compétents.

(*A suivre.*) A. MASCLEF.

(1) A. Masclef : *Étude sur la géographie botanique du nord de la France* (Journ. de bot. 1888).

(2) Abzac de la Douze : *Lettre à M. Malinvaud* (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 277).

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Description du *Pancratium Saharæ* Cosson (inédit), par MM. Battandier et Trabut (avec une planche, Pl. 1). . . 5
Recherches physiologiques sur la transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes, par M. G. Curtel (avec figure dans le texte) 7
Recherches sur la structure comparée de la tige des arbres, par M. Léon Flot (avec 20 figures dans le texte et quatre planches, Pl. 3, 4, 5, 6) 17
I. Morphologie externe 19
II. Morphologie interne. 25, 66, 122
Une nouvelle espèce de l'Afrique tropicale (*Solanum Duchartrei*), par M. Édouard Heckel (avec une planche, Pl. 2). 49
Recherches expérimentales sur les modifications des feuilles chez les plantes maritimes, par M. Pierre Lesage (avec figure dans le texte et trois planches, Pl. 7, 8, 9). 54
I. Étude des espèces prises dans la nature . . . 56, 106
II. Étude expérimentale 110, 163
III. Conclusions générales, ... 171
Études sur la végétation de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées), par M. Gaston Bonnier (avec une carte coloriée, Pl. 10). 97, 145, 217, 241
Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères, par M. Aug. Daguillon (avec 47 figures dans le texte et quatre planches, Pl. 15, 16, 17, 18). 154
1. *Genre Abies* 201
2. *Genre Picea* 254
3. *Genre Pinus* 266
4. *Genre Larix* 316
5. *Genre Cedrus* 345
Recherches sur le développement et l'anatomie des Cladodes du petit Houx, par M. William Russell (avec 10 figures dans le texte). 193
Observations sur les Berbéridées, Nymphéacées, Papavéra-

cées et Fumariacées de la Flore de France, par M. Gaston Bonnier (avec 6 figures dans le texte) :
Berbéridées 276
Nymphéacées 446
Papavéracées 447
Fumariacées. 549
Le laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, notice par M. Henri Jumelle (avec 6 figures dans le texte). 289
Recherches anatomiques sur la structure de l'hybride entre l'*Æsculus rubicunda* et le *Pavia flava*, par M. Marcel Brandza (avec 9 figures dans le texte) 301
Sur le sommeil des feuilles, par M. Leclerc du Sablon . . . 337
Contribution à l'étude de l'appareil sécréteur des Papilionacées, par M. William Russell 341
Sur la répartition des acides organiques chez les plantes grasses, par M. E. Aubert (avec 5 figures dans le texte). 369
Note sur un nouveau parasite dangereux de la Vigne (*Uredo Vialæ*, sp. nov.), par M. de Lagerheim (avec une planche, Pl. 19) 385
Le tannin dans les Composées, par M. Lucien Daniel . . . 391
Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux, par M. Henri Jumelle (avec une planche, Pl. 24). . 417
Recherches anatomiques sur les hybrides, par M. Marcel Brandza (avec 39 figures dans le texte) 433, 471
Les Bambusées à étamines monadelphes, par M. A. Franchet (avec une planche, Pl. 25). 465
Étude des folioles anormales du *Vicia sepium*, par M. William Russell (avec 4 figures dans le texte) 481
Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées (avec 12 figures dans le texte et 4 planches, Pl. 20, 21, 22, 23), par M. Gaston Bonnier. 513
Note sur la préparation des grains d'Aleurone, par M. V. A. Poulsen. 547

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Revue des travaux sur les Algues publiés en 1888, et pour une partie en 1889, par M. Ch. Flahault (avec 12 figures dans le texte comprenant 22 croquis) 33
I. Anatomie et physiologie 35
II. Floridées. 44
III. Phéophycées 45
IV. Chlorophycées 79
V. Phycochromophycées 90
VI. Distribution géographique. 91
Revue des travaux de botanique forestière publiés en 1888 et 1889, par M. E. Henry 137
I. Anatomie 137
II. Physiologie 138
III. Pathologie végétale 141
IV. Géographie botanique. 144
Revue des travaux de paléontologie végétale parus en 1888 ou dans le cours des années précédentes, par M. le marquis de Saporta (suite et fin) (avec 5 figures et quatre planches, Pl. 11, 12, 13, 14). 176
Ère néophytique : A. Période crétacée 176
B. Période éocène 184
C. Période miocène. 189, 225
D. Période pliocène 230
E. Période quaternaire 236
Revue des travaux de physiologie et de chimie végétales parus de juillet 1889 à avril 1890, par M. Henri Jumelle (avec figure dans le texte) 280
I. Physiologie végétale : 1° Physiologie de la cellule. 280, 321
2° Physiologie des tissus et des organes 322
II. Chimie végétale. 331, 359

Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens publiés en 1889, par M. A. Hue. 404
Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1889 et au commencement de 1890, par M. Leclerc du Sablon (avec 5 figures dans le texte) 412, 456, 491
Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1889, par Léon Boutroux (avec 20 figures dans le texte) 497
Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France publiés en 1888 et 1889, par M. A. Masclef 555
I. Botanique descriptive. 556

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME DEUXIÈME

Planche 1. *Pancratium Saharæ.*

— 2. *Solanum Duchartrei.*

— 3. Vigne.

— 4. *Bignonia Catalpa* et Châtaignier.

— 5. *Eucalyptus globulus.*

— 6. Mélèze et *Paulownia imperialis.*

— 7. *Thesium humifusum*, *Eryngium maritimum* et *Aster Trifolium.*

— 8. *Lepidium sativum.*

— 9. Lin, Pois et *Lepidium.*

— 10. Carte botanique de la vallée d'Aure (Planche en couleur).

— 11. *Osmunda Gerini*, *Trichomanes Bayeanum* et *Adiantum Sezanense.*

— 12. *Chrysodium splendidum*, *Aspidium obtusilobum*, *Pteris urophylla*, *Microlepia multisecta* et *Davallia tenera.*

— 13. *Gastonia Julianii*, *Rumex brassicoides*, *Cæsalpinites conspicuus*, *Pteris urophylla* et *Pteris radobojana.*

— 14. *Litobrochia cantalensis.*

— 15. *Abies pectinata* et *Abies bracteata.*

— 16. *Abies bracteata* et *Picea excelsa.*

— 17. *Pinus Strobus*, *Pinus maritima* et *Pinus silvestris.*

— 18. *Cedrus deodara* et *Cedrus Libani.*

— 19. *Uredo Vialæ.*

— 20. Cultures comparées : *Solidago Virga-aurea*, *Lotus corniculatus*, *Galium Cruciata.*

— 21. Cultures comparées : *Achillea Millefolium*, *Teucrium Scorodonia.*

— 22. Cultures comparées : *Poterium Sanguisorba*, *Carduus defloratus*, *Buplevrum falcatum.*

Planche 23. Cultures comparées : *Gnaphalium silvaticum*, *Urtica dioica*, *Galium verum*.
— 24. Influence des anesthésiques sur la transpiration.
— 25. *Atractocarpa olyræfolia*.

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES
PAR NOMS D'AUTEURS

AUBERT (E.). Sur la répartition des acides organiques chez les plantes grasses 369
BATTANDIER et TRABUT. Description du *Pancratium Saharæ* Cosson (inédit) 5
BONNIER (Gaston). Études sur la végétation de la vallée d'Aure Hautes-Pyrénées) 97, 145, 217, 241
— Observations sur les Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France 276, 446, 549
— Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. 513
BOUTROUX (L.). Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1889. 497
BRANDZA (M.). Recherches anatomiques sur la structure de l'hybride entre l'*Æsculus rubicunda* et le *Pavia flava*. . 301
— Recherches anatomiques sur les hybrides . . . 433, 471
CURTEL (G.). Recherches physiologiques sur la transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. 7
DAGUILLON (Aug.). Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères 154, 201, 245, 307, 345
DANIEL (L.). Le tannin dans les Composées 391
FLAHAULT (Ch.). Revue des travaux sur les Algues publiés en 1888, et pour une partie en 1889. . . . . 33, 78
FLOT (L.). Recherches sur la structure comparée de la tige des arbres 17, 66, 122
FRANCHET (A.). Les Bambusées à étamines monadelphes. . . 465
HECKEL (E.). Une nouvelle espèce de l'Afrique tropicale (*Solanum Duchartrei*) 49
HENRY (E.). Revue des travaux de botanique forestière publiés en 1888 et 1889. 137
HUE (A.). Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens publiés en 1889. 404

JUMELLE (H.). Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau 289
— Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. 417
— Revue des travaux de physiologie et de chimie végétales parus de juillet 1889 à avril 1890. . 280, 321, 359
LAGERHEIM (de). Note sur un nouveau parasite de la Vigne. 385
LECLERC DU SABLON. Sur le sommeil des feuilles. 337
— Revue des travaux d'anatomie végétale, parus en 1889 et au commencement de 1890. . 412, 456, 491
LESAGE (P.). Recherches expérimentales sur les modifications des feuilles chez les plantes maritimes. 54, 106, 163
MASCLEF (A.). Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France, publiés en 1888 et 1889 555
POULSEN (V.-A.). Note sur la préparation des grains d'aleurone. 547
RUSSELL (W.). Recherches sur le développement et l'anatomie des cladodes du petit Houx 193
— Contribution à l'étude de l'appareil sécréteur des Papilionacées. 341
— Étude des folioles anormales du *Vicia sepium*. . . . 481
SAPORTA (Marquis de). Revue des travaux de paléontologie végétale parus en 1888 ou dans le cours des années précédentes (suite et fin). 176, 225

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*a*) Revue d'anatomie ; (*al*) Revue des travaux publiés sur les Algues ; (*b*) Revue des travaux publiés sur les Bactéries et les fermentations ; (*f*) Revue des travaux de botanique forestière ; (*fr*) Revue des travaux publiés sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France ; (*l*) Revue des travaux publiés sur les Lichens ; (*pa*) Revue des travaux de paléontologie végétale ; (*ph*) Revue des travaux de physiologie et de chimie végétales.

A

Abzac de la Douze (*fr*)........ 563
Aderhold (*ph*)................ 283
Arbaumont (d') et Viallanes (*fr*). 556
Arnaud (*ph*)................. 366
Arnold (*l*).................. 405
Askenasy (*al*)............. 89, 96

B

Barber (*al*)................. 41
Bennet (*al*)................. 92
Bleicher et Fliche (*pa*).... 235, 236
Bigelow (*al*)................ 40
Boehm (*ph*).................. 324
Bokorny (*ph*)................ 286
— et Loew (*ph*)........... 287
Boldt (*al*).................. 92
Bonnier (Gaston) (*fr*)......... 558
— (*ph*).................. 327
Boodle et Murray (*al*)....... 80, 81
Börgensen (*al*)............... 92
Bornemann (*al*)............... 44
Bornet (*al*)............. 78, 79, 95
— et Flahault (*al*).. 38, 43, 90
Borzi (*al*)................. 82, 89
Boulay (*pa*)......... 229, 231, 232
Brachmann (*ph*).............. 366
Bréal (*ph*).................. 333
Bureau (*pa*)................. 186
Burgess (*al*)................ 94
Busch (*ph*).................. 329

C

Cariot (*fr*).................. 556
Chrapowicki (*ph*)............. 359
Clautriau (*ph*)............... 364
Collins (*al*)................. 94
— et Dame (*al*)............ 94
Councler (*ph*)................ 334
Curtel (*ph*).................. 328
Cramer (*al*).................. 80

D

Daguillon (*a*)................ 462

Dame et Collins (*al*).......... 94
Dangeard (*a*)................. 493
— (*al*)................. 87
Daniel (*a*)................. 491
Douliot (*a*)................. 461
— et van Tieghem (*a*)..... 456
Dubourg (*b*)................. 509
Duchartre (H.) (*a*)............ 494
Duclaux (*b*)............. 499, 505
Dupray (*al*)................. 90

E

Ebermeyer (*f*)................. 140
Eckfeldt (*l*)................. 409

F

Famintzine (*al*)............... 43
Farlow (*al*)................. 94
Fernbach (*b*)................. 507
Flahault (*al*)................. 93
— et Bornet (*al*).... 38, 43, 90
Fliche (*f*)................. 144
— (*pa*)............... 229, 236
— et Bleicher (*pa*)... 235, 236
Flot (*a*)................. 463
Fontaine (*pa*)................. 178
Foucaud (*fr*)................. 559
Foureur (*b*)................. 499
Fragoso (R. G.) (*al*)........... 79
Franchet (*fr*)................. 561
Franck (*ph*)................. 331
Frank (*al*)................. 42
Frankhauser (*ph*)............ 325

G

Gardner (*pa*)................. 185
Gay (*al*)................. 85
Giesenhagen (*a*)............... 412
Giraudias (*fr*)................. 562
Godlewski (*ph*)............... 329
Gomont (*al*).............. 38, 42
Green (*ph*)................. 362
Guignard (L.) (*a*)............ 415
— (*al*)................. 39
— (*ph*)................. 363

H

Haberlandt (*ph*)...............
Hansen (*ph*)...............
Hansgirb (*al*). 79, 83, 89, 91, 9…
Hariot (*al*)............... 8…
Harmand (*l*)...............
Hartig (*f*)............... 141, …
— et Weber (*f*)...............
Harvey (*al*)...............
Hauck (*al*)............... 94, …
Hauptfleisch (*a*)...............
Heckel (E)............... 330 …
Heer (*pa*)............... 179, …
Heiden (*al*)...............
Helleriegel et Willfarth (*ph*)....
Hieronymus (*al*...............
Hua (*fr*)...............
Hue (*l*)............... 404, …

J

Janse (*ph*)...............
Jatta (*l*)...............
Johnson (*al*)...............
Johow (*a*)...............
Jumelle (*ph*)...............

K

Kirchner (*al*)...............
Klebahn (*al*)...............
Klein (*al*)...............
Kny (*ph*)...............
Kohl (*ph*)...............
König (*al*)...............
Kozlowski (N.) (*al*...............
Kruticki...............
Kühn (*a*)...............

L

Lachmann (*a*)...............
Lagerheim (*al*). 83, 85, 88, 90, 91, …
Laurent (*b*)...............
Leclerc du Sablon (*a*)...............
Lecomte (H.) (*a*)...............

Leitgeb (*al*) 42
Lesage (*a*) 492
Levi et de Toni (*al*) 93
Lewin (M[lle] M.) (*al*) 93
Lignier (*a*) 495
Lloyd (*fr*) 560
Loew et Bokorny (*ph*) 287
Loitlesberger (*al*) 93
Ludtke (F.) (*a*) 412
Lupke (*ph*) 334

M

Malinvaud (*fr*) 560
Mangin (L.) (*ph*) 327, 362
Marion (*pa*) 180, 188, 235
— et de Saporta (*pa*) 181, 230
Martin (*fr*) 562
Masclef (*fr*) 361, 563
Massart (*ph*) 282
Metchnikoff (*b*) 497
Meunier (*al*) 36
Meyer (A.) (*a*) 414
Mobius (*al*) 84, 91
Molisch et Wiesner (*ph*) 322
Morot (*fr*) 559
Muller (J.) (*l*) 405, 407, 408, 409, 410, 411
— (N. J. C.) (*f*) 137
Muntz (*ph*) 333
Murray (G.) (*al*) 95
— et Boodle (*al*) 80
— et de Toni (*al*) 81

N

Nadelmann (*a*) 415
— (*ph*) 360
Noll (*al*) 39, 42
Norstedt (*al*) 92, 96
Nylander (W.) (*l*) 408

O

Olivier (*l*) 404
Overton (*al*) 40, 85

P

Palladin (*ph*) 491
Prantl (*al*) 42
Paoletti et de Toni (*al*) 94
Pappenheim (*ph*) 326
Patouillard (*pa*) 235
Peter (*al*) 44, 85
Piccone (*al*) 93, 94
Pichi (P.) (*al*) 93
Prazmowski (*ph*) 353
Prilleux (*f*) 143
Pringsheim (*al*) 42
Prunet (*a*) 491

R

Raciborski (*al*) 92
Rames (*pa*) 232
Rauwenhoff (*al*) 82
Reinke (*al*) 39, 45, 84
Reinsch (P.) (*al*) 78, 89, 94
Reiss (*a*) 415
— (*ph*) 361
Rérolle (*pa*) 230
Revel (*fr*) 556
Richter (*al*) 91
Rjabinine (*al*) 92
Robinson (*a*) 494
Rosenvinge (K.) (*al*) 37, 41
— (*ph*) 284
Rostowzew (*a*) 458
Rostrup (*f*) 143
Rouy (*fr*) 562

S

Saint-Lager (*fr*) 556
Saporta (de) (*pa*) 182, 184, 187, 191, 227, 232, 234
— et Marion (*pa*) 181, 230
Sauvageau (*a*) 493
Schenck (*a*) 461
Schultze (*ph*) 360, 361
Schütt (*al*) 39
Seignette (*a*) 494
Standstede (*l*) 406

Stange (*ph*)........ 283
Stein (*l*)........ 406, 407
Stizenberger (*l*)........ 411
Stockmayer (*al*)........ 90
Strasburger (*a*)........ 414
— (*al*)........ 35
Strömfelt (*al*)........ 41, 78

T

Thomas (*pa*)........ 235
Timiriazeff (*ph*)........ 366
Toni (de) (*al*)... 79, 80, 83, 89, 93, 96
— et Levi (*al*)........ 93
— et Murray (*al*)........ 81
— et Paoletti (*al*)........ 94
Trabut (*a*)........ 495
Traill (*al*)........ 92
Treub (*a*)........ 460
Tschaplowitz (*ph*)........ 324
Tubeuf (de) (*f*)........ 142

U

Unger (*pa*)........ 229

V

Van Tieghem et Douliot (*a*)........ 456
Velenovsky (*pa*)........ 181
Vesque (*ph*)........ 325
Viallanes et d'Arbaumont (*fr*)........ 556
Vignal (*b*)........
Ville (*al*)........
Vochting (*ph*)........
Voigt (*ph*)........
Vries (H. de) (*ph*)........
Vuillemin (*f*)........

W

Wakker (*al*)........
Ward (L.) (*pa*)........
Weber et Hartig (*f*)........
Wehner (*ph*)........
Went (*al*)........
West (*al*)........
Wieler (*ph*)........
Wiesner et Molisch (*ph*)........
Wildeman (de) (*al*). 80, 83,
Wille (*al*)........
Willfarth et Hellriegel (*ph*)........
Winogradsky (*b*)........
Wolle (*al*)........
Woodworth (*al*)........
Wortmann (*ph*)........
Wotczal (ph)........
Wurtz (*b*)........

Z

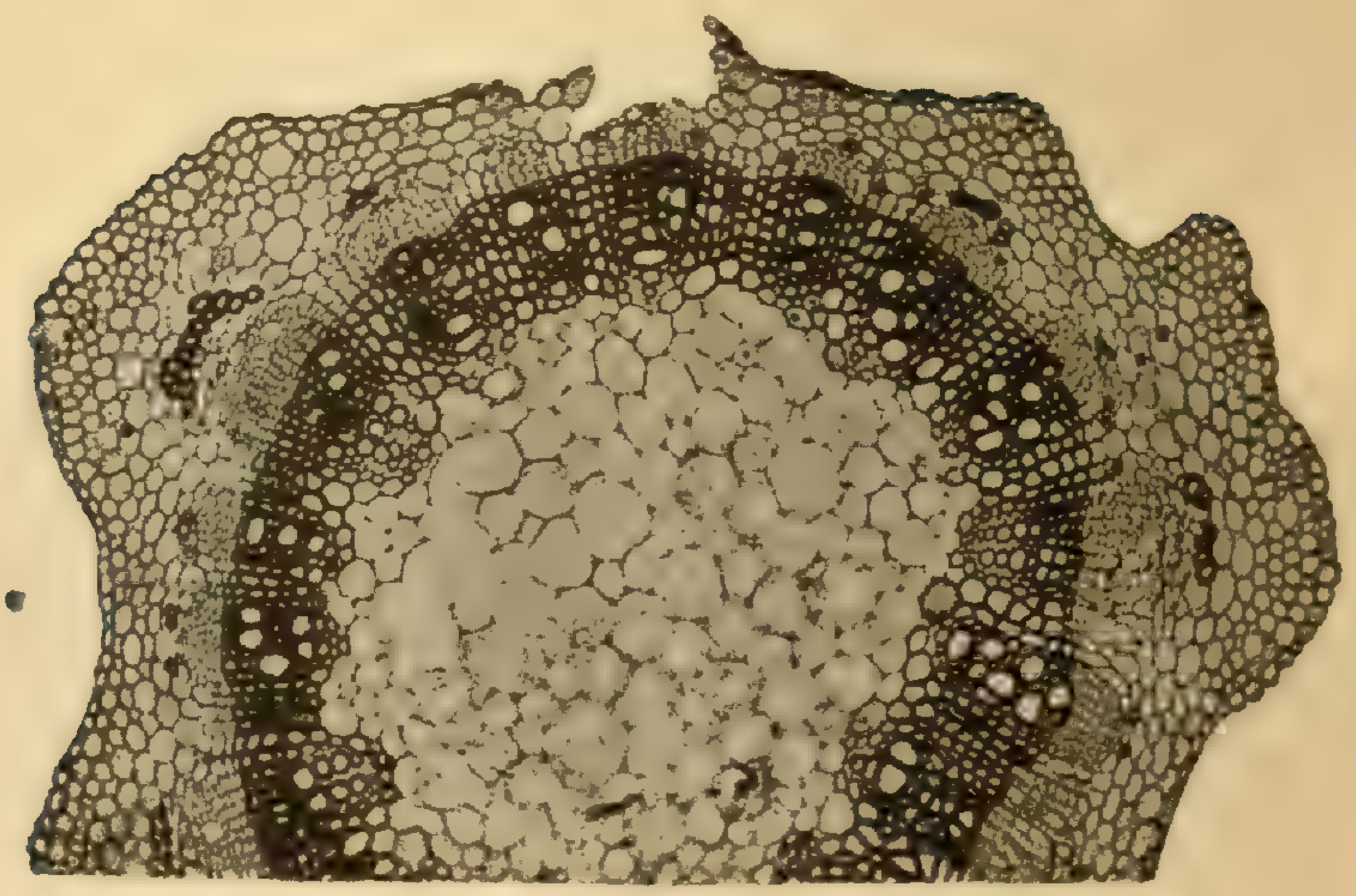
Zacharias (*a*)........
Zahlbruckner (*l*)........
Zopf (*p*)........

2335-88. — Corbeil. Imprimerie Crété.

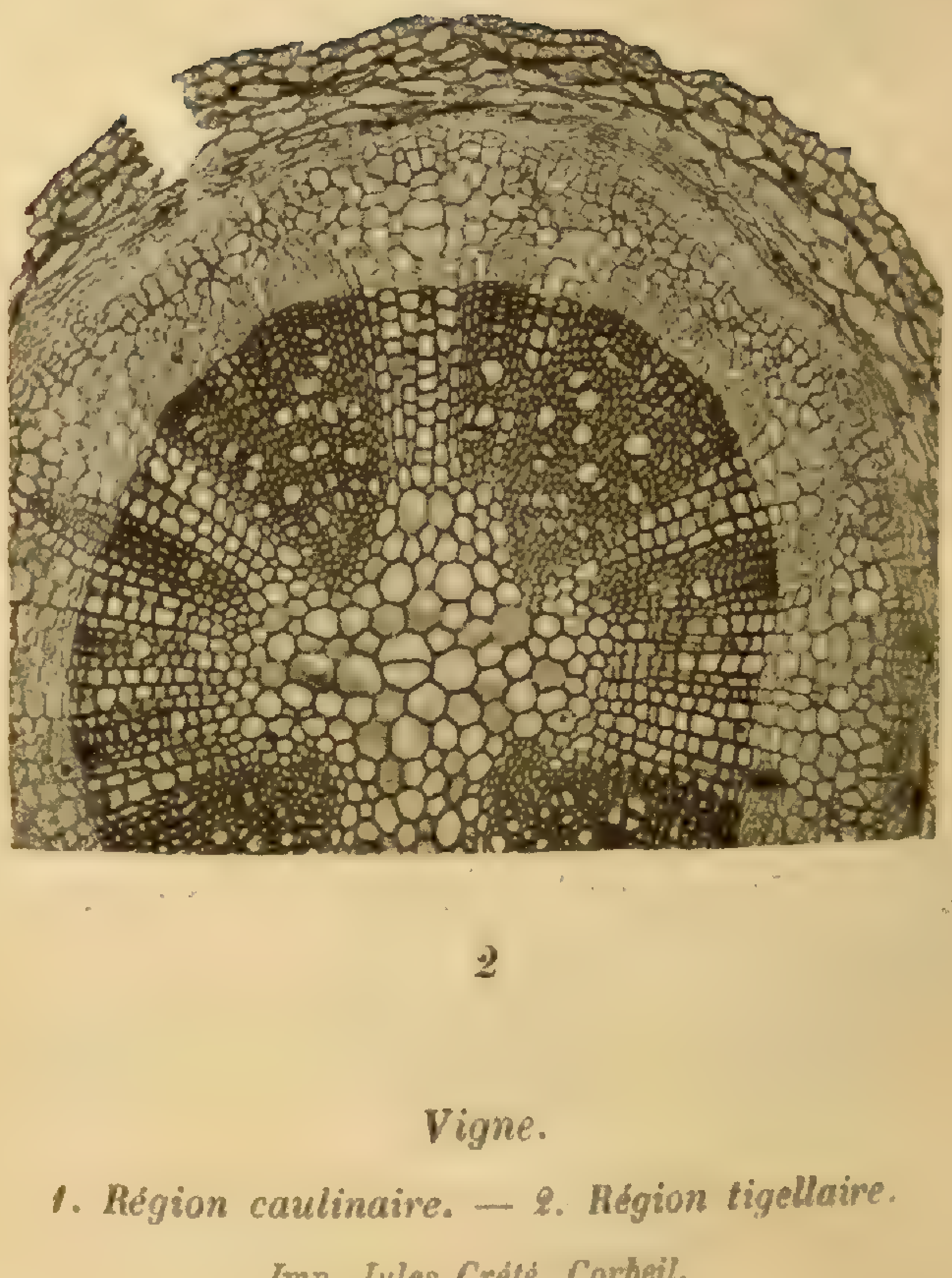
Pancratium Saharæ.

E. Heckel del *Imp. Edouard Bry, Paris.* *Millot lith.*

Solanum Duchartrei Hkel.



1



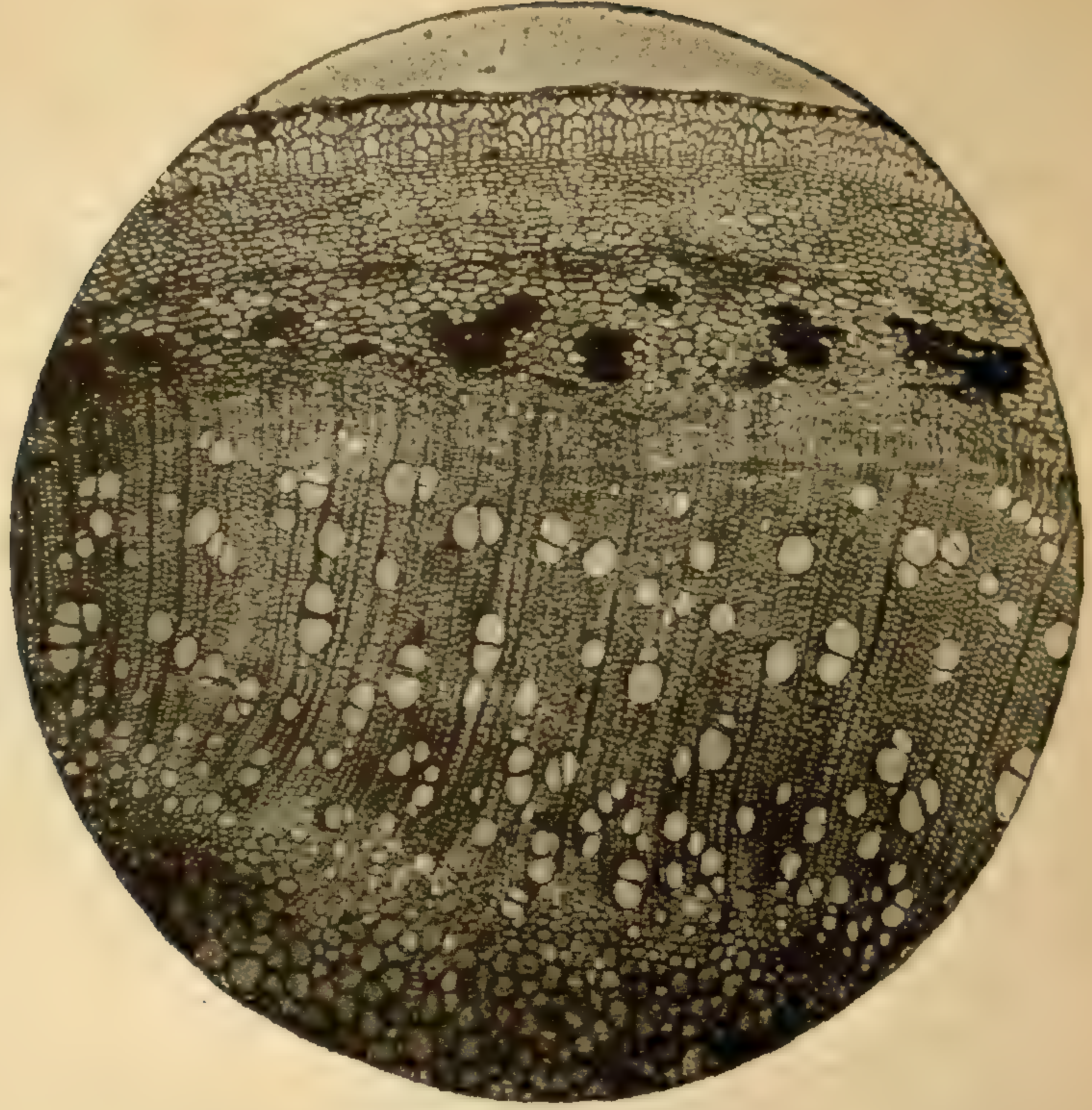
L. Flot, phot. lab. Sorb. Ch. G. Petit, sc.

2

Vigne.

1. Région caulinaire. — 2. Région tigellaire.

Imp. Jules Crété, Corbeil.



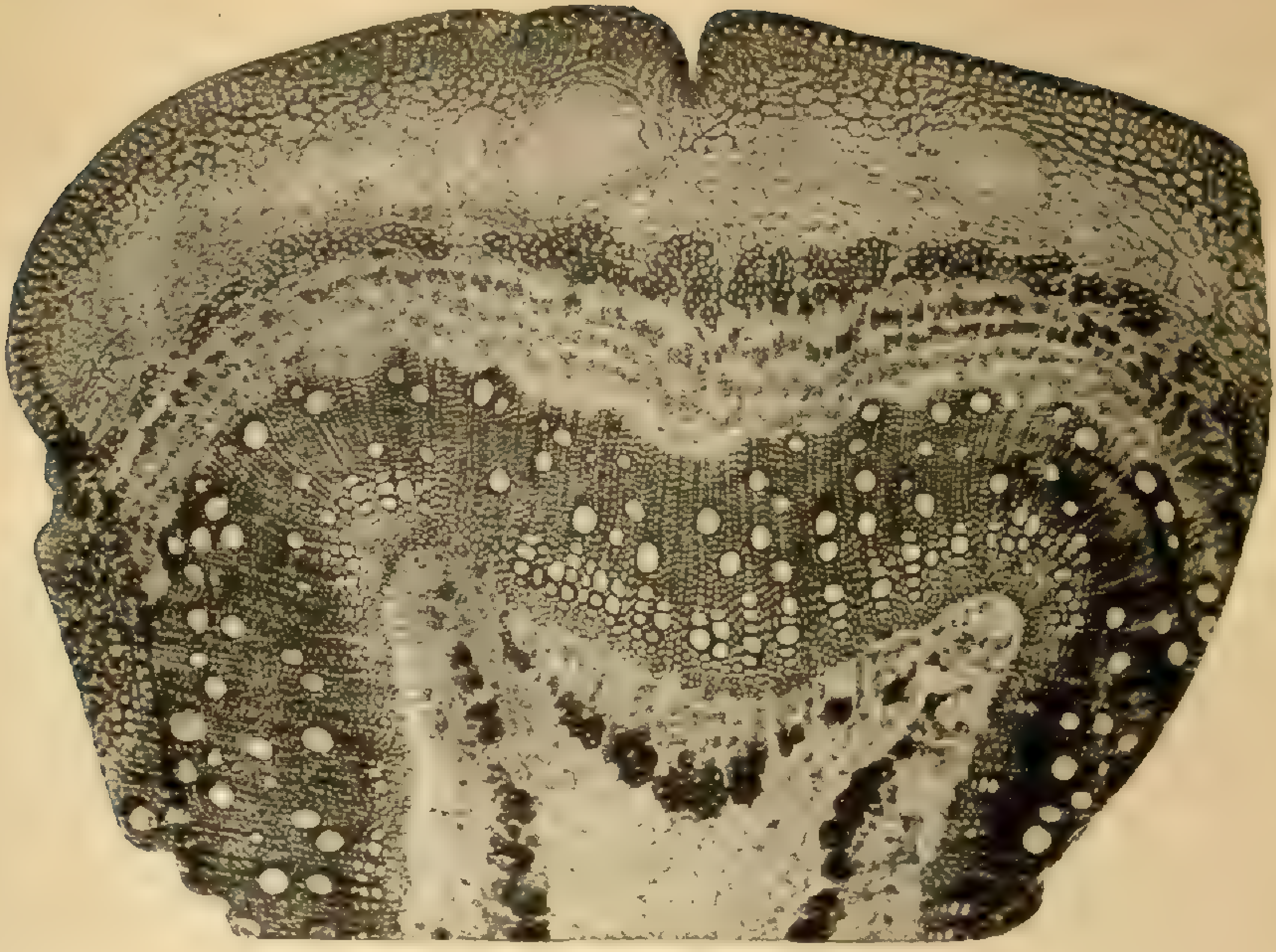
3

L. Flot, phot. lab. Sorb. Ch. G. Petit. sc

4

3. *Bignonia Catalpa.* — 4. Châtaignier (région tigellaire).

Imp. Jules Crété, Corbeil.



5

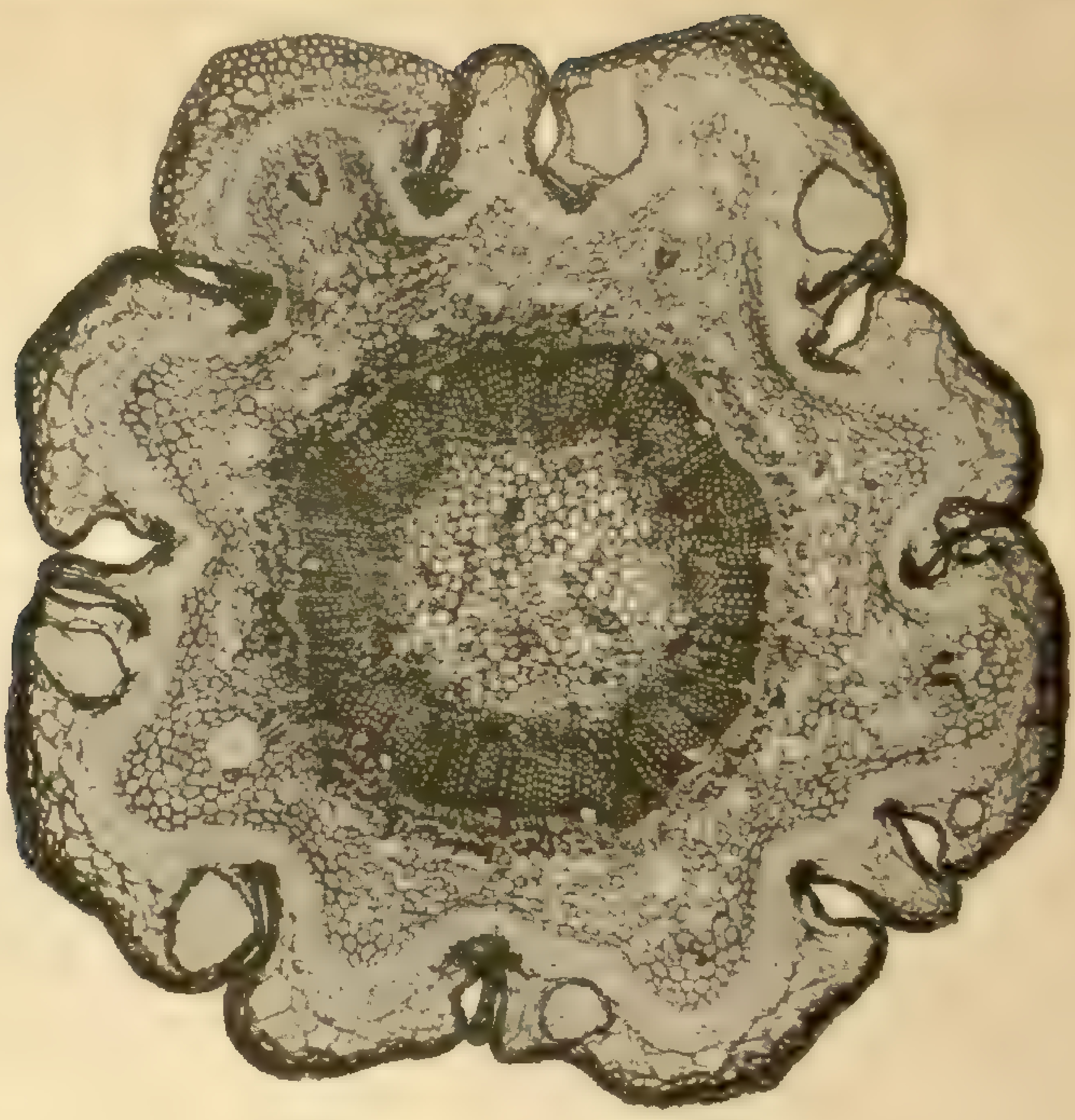
L. Flot, phot. lab. Sorb. Ch. G. Petit, sc.

6

Eucalyptus globulus.

5. Région caulinaire. — 6. Région tigellaire.

Imp. Jules Crété, Corbeil.



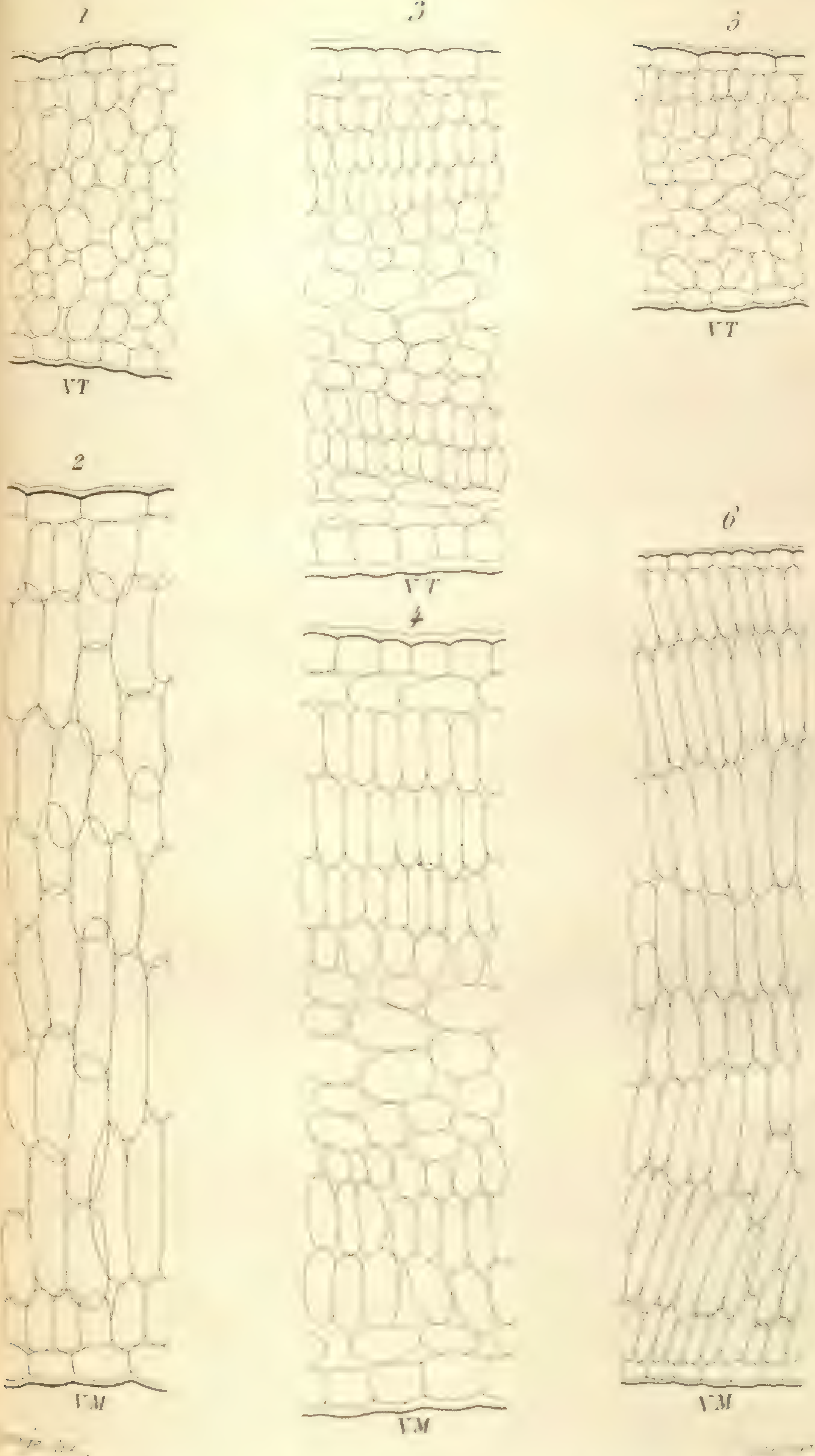
7

L. Flot, phot. lab. Sorb. Ch. G. Petit sc.

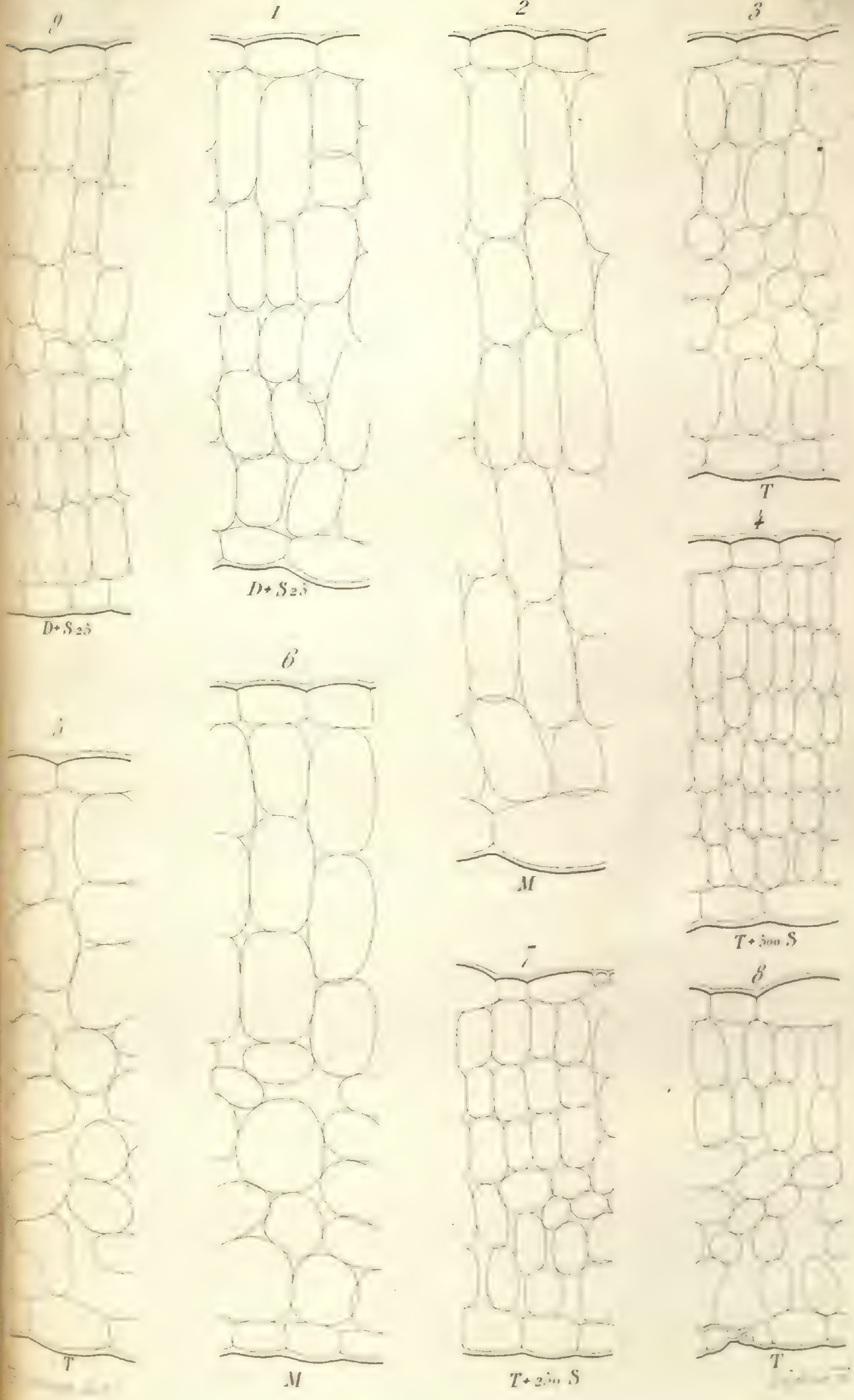
8

7. Mélèze. — 8. *Paulownia imperialis.*

Imp. Jules Crété, Corbeil.

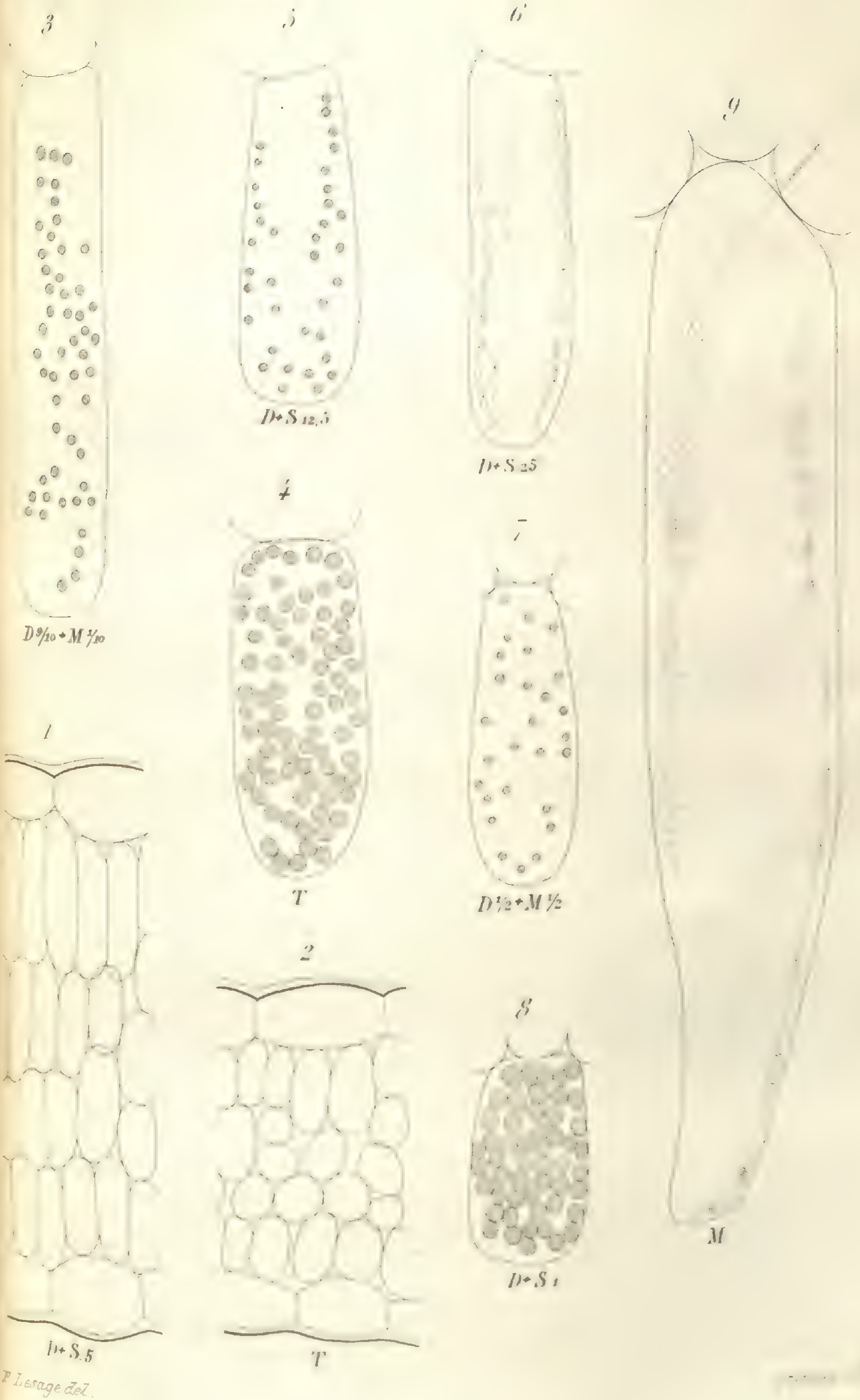


Thesium humifusum (1-2). *Eryngium maritimum* (3-4). *Aster Tripolium* (5-6).



Lepidium sativum. — Feuilles: du 13 mai (5-6); du 10 juin (7-8-9); du 28 juin (1-2-3-4).

Imp. E. Bry. Paris



P. Lesage del.

Lin du 21 juillet (1-2). Pois du 10 juillet (3-4).
Lepidium du 28 juin (5-6-7-8-9).

Imp E. Bry Paris.

G. de Saporta del

Imp. Edouard Bry, Paris

A. Millet lith

1. Osmunda Gerini Sap. — 2. Trichomanes Bayeanum Sap. — 3. Adiantum Sezanense Sap.

G de Saporta del. Imp. Edouard Bry, Paris A. Millot lith.

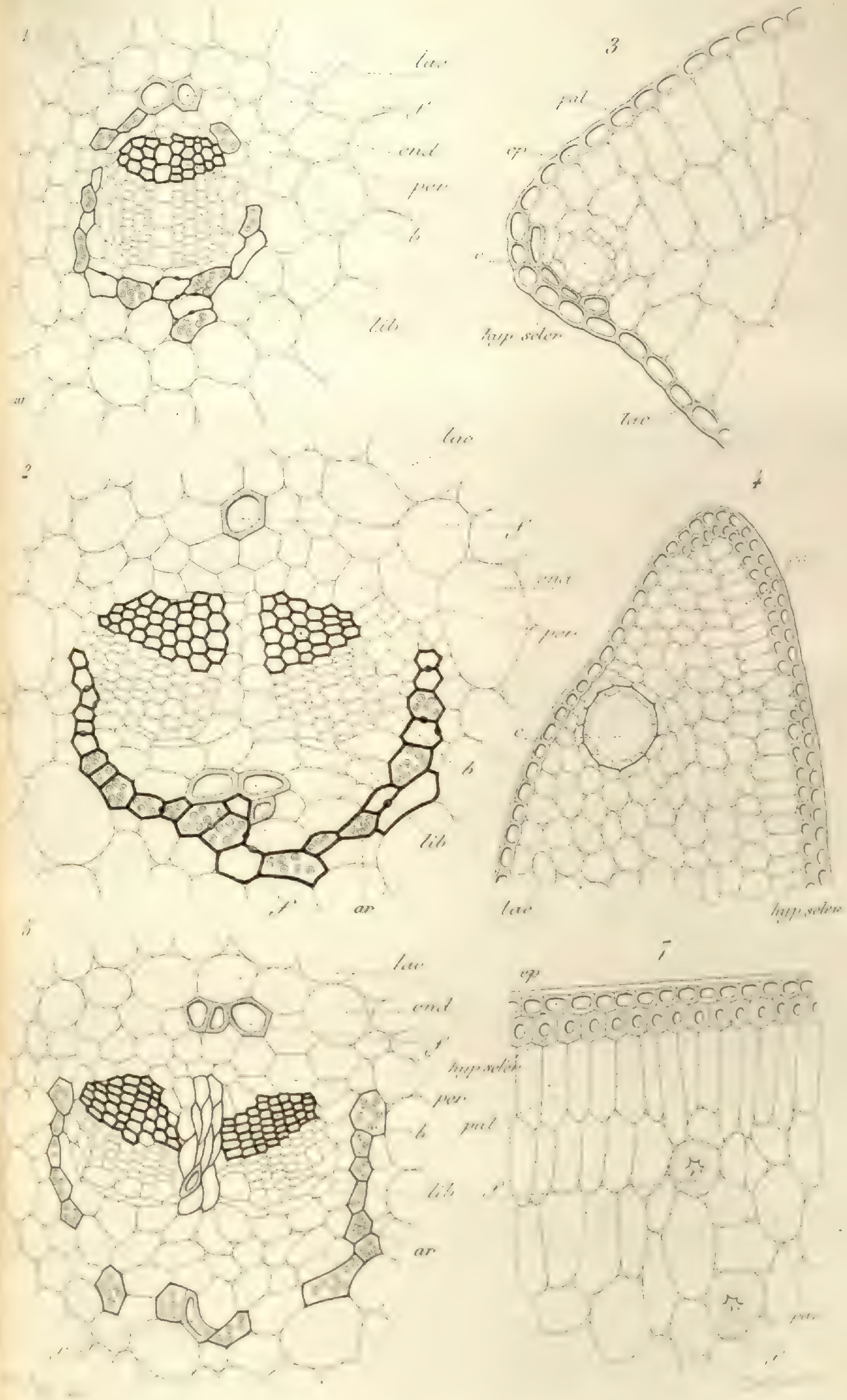
1. Chrysodium splendidum Sap. — 2. Aspidium obtusilobum Sap. — 3-4 Pteris urophylla Ung. — 5. Microlepia multisecta Sap. — 6. Davallia tenera Sap.

G. de Saporta del. Imp. Edouard. Bry, Paris. A. Millot lith.

1. Gastonia Julianii Sap. — 2. Rumex brassicoides Sap. — 3-4. Cæsalpinites conspicuus Sap. — 5. Pteris urophylla Ung. — 6-7. Pteris radobojana Ung.

G. de Saporta del. Imp. Edouard Bry, Paris. A. Millot lith.

1-5. Litobrochia cantalensis Sap.



Abies pectinata. (1.2.3.4.) — Abies bracteata. (5. 7.)

Dufour sc.

Abies bracteata. (6.8.) – *Picea excelsa.* (9.10.11.12.13.)

Imp. E. Erv. Paris.

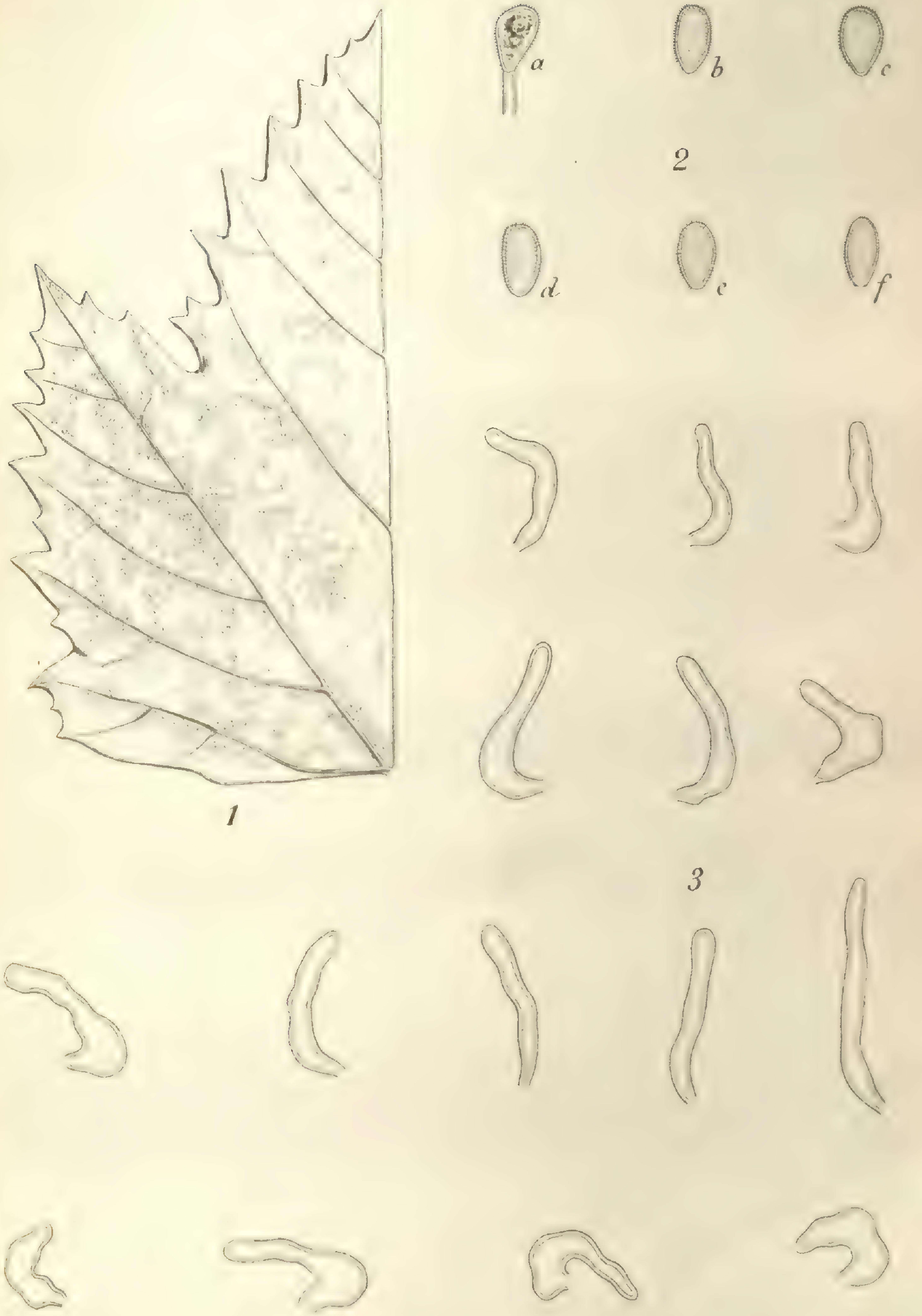
Dufour sc.

Pinus Strobus (14-15). – *Pinus maritima* (16.17.18.19). – *Pinus silvestris* (20.21).

Imp. F. Bry. Paris

Cedrus deodara (22. 23. 24. 25. 26.) — Cedrus Libani (27. 28.).

Imp. E. Bry Paris.



de Lagerheim del. Imp. Edouard Bry, Paris. Millot sc.

Uredo Vialæ Lagerheim.

G. Bonnier, dir. Ch. G. Petit, sc.

(M. plante de montagne. — P. plante de plaine.)

1. Solidago Virga-aurea. — 2. Lotus corniculatus. — 3. Galium Cruciata.

Imp. Jules Crété, Corbeil.

G. Bonnier, dir. Ch. G. Petit, sc.

(M. plante de montagne. — P. plante de plaine.)

4. *Achillea Millefolium.* — 5. *Teucrium Scorodonia.*

Imp. Jules Crété, Corbeil.

G. Bonnier, dir. *Ch. G. Petit, sc.*

(M. plante de montagne. — P. plante de plaine.)

6. Poterium Sanguisorba. — 7. Carduus defloratus. — 8. Buplevrum falcatum.

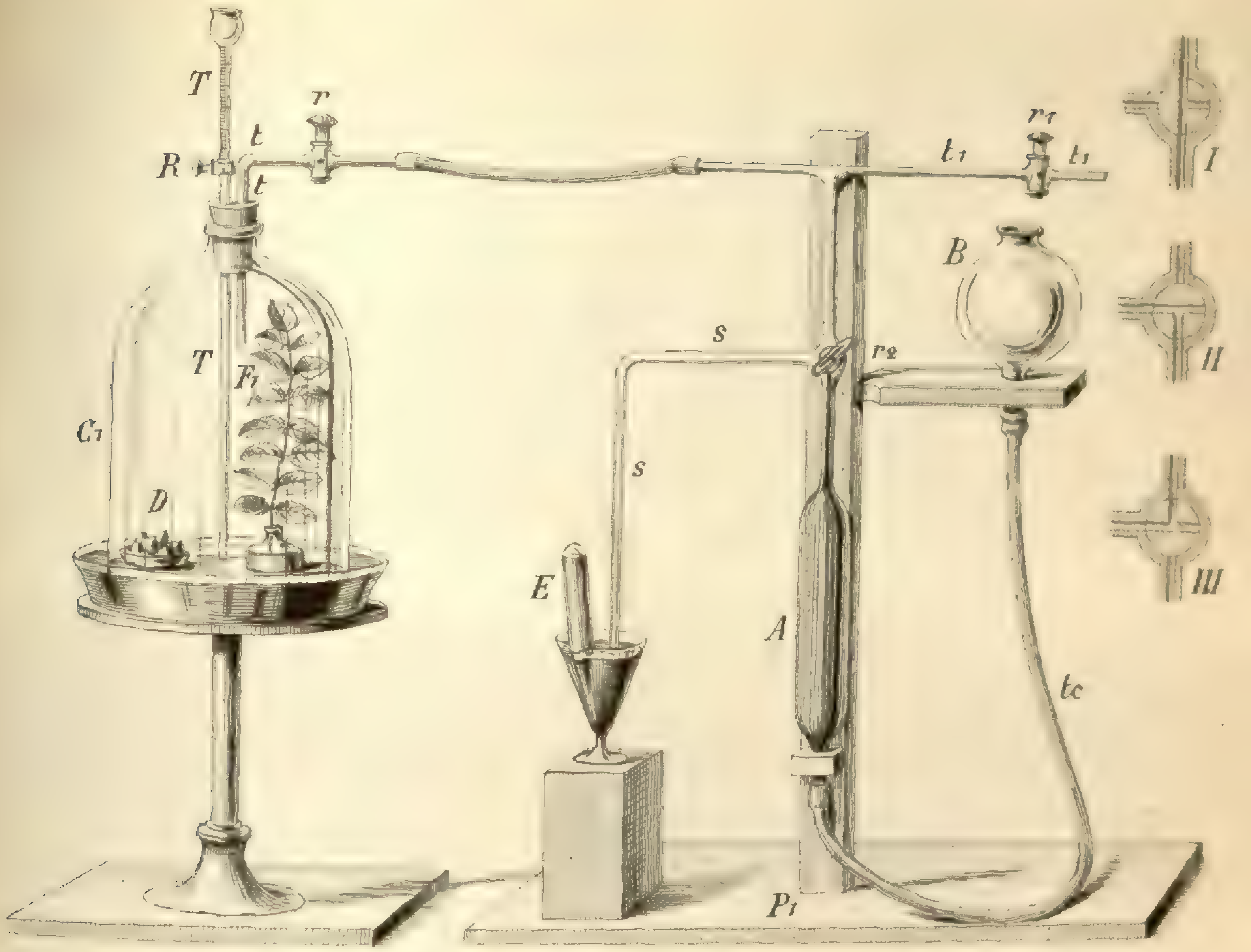
Imp. Jules Crété, Corbeil.

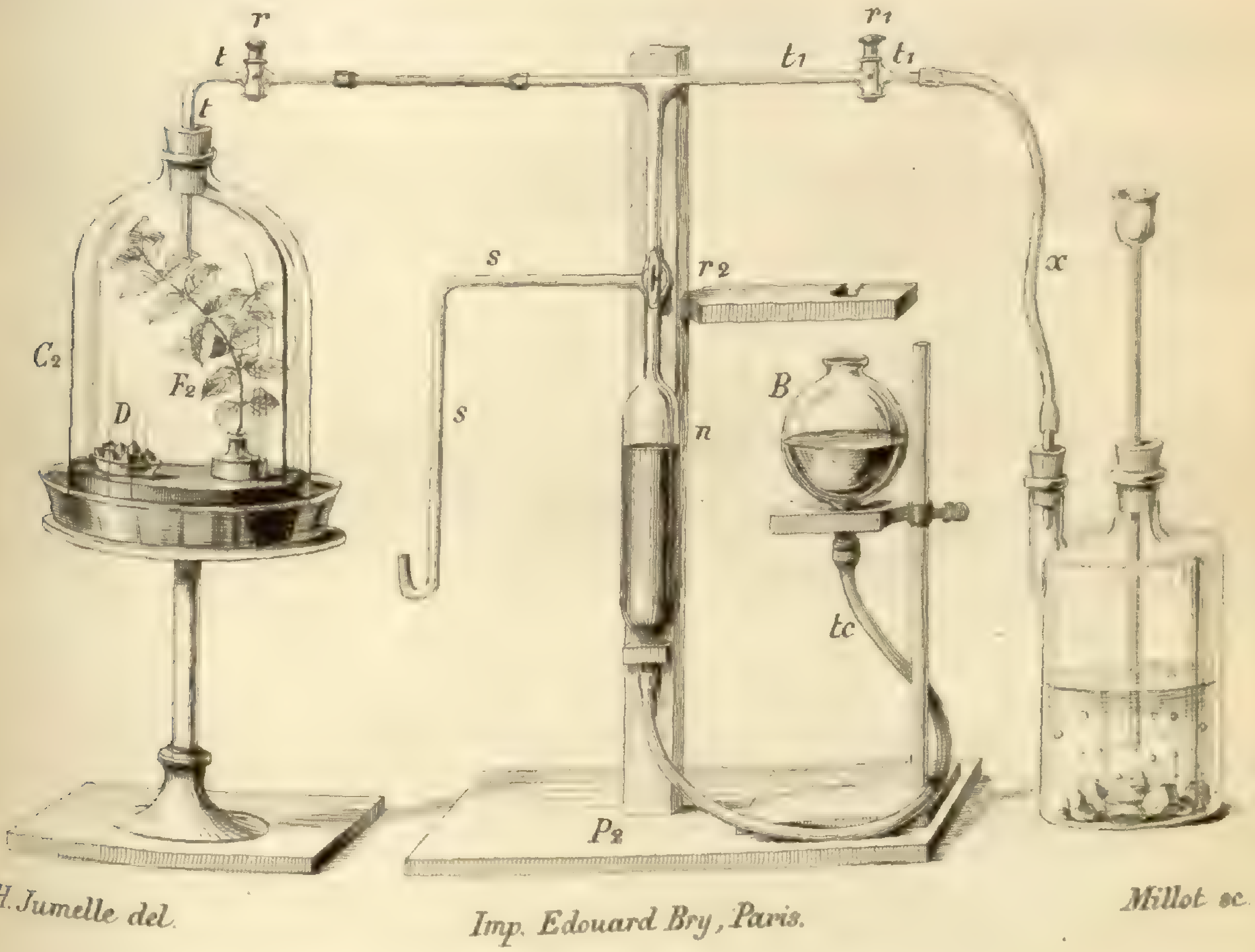
G. Bonnier, dir. Ch. G. Petit, sc.

(M. plante de montagne. — P. plante de plaine.)

9. Gnaphalium silvaticum. — 10. Urtica dioica. — 11. Galium verum.

Imp. Jules Crété, Corbeil.





H. Jumelle del. *Imp. Edouard Bry, Paris.* *Millot sc.*

Influence des anesthésiques sur la transpiration.

[illegible]-Bergeron ad. nat. del et lith — *Imp. Edouard Bry, Paris*

Atractocarpa olyræfolia Franch.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 janvier 1890

N° 13

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1890

Pages.

I. — DESCRIPTION DU *PANCRATIUM SAHARÆ COSSON* (inédit) (avec une planche), par **MM. Battandier et Trabut** 5

II. — RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES SUR LA TRANSPIRATION ET L'ASSIMILATION PENDANT LES NUITS NORVÉGIENNES (avec figure dans le texte), par **M. G. Curtel** 7

III. — RECHERCHES SUR LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Léon Flot** 17

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES, PUBLIÉS EN 1888, ET POUR UNE PARTIE EN 1889. — I. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE. — II. FLORIDÉES. — III. PHÉOPHYCÉES (avec figures dans le texte), par **M. Ch. Flahault**. 33

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHES 1. — *Pancratium Saharæ*.

Cette livraison renferme en outre 17 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52, **Paris.**

A. MASCLEF

ATLAS

DES

PLANTES DE FRANCE

UTILES, NUISIBLES ET ORNEMENTALES

400 Planches coloriées

AVEC 3000 FIGURES DE DÉTAIL, REPRÉSENTANT 500 PLANTES COMMUNES

ET UN TEXTE EXPLICATIF DE LEURS PROPRIÉTÉS & USAGES

EN MÉDECINE, AGRICULTURE, HORTICULTURE,
DANS L'INDUSTRIE, L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE, ETC.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston BONNIER et G. DE LAYENS.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les quinze jours, en envoyant à l'éditeur la somme de **50 francs**. Jusqu'au 31 janvier 1890, il sera reçu des souscriptions accompagnées de la somme de **45 francs.**

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

2335-89 — Corbeil. Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 février 1890

N° 14

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1890

Pages.

I. — UNE NOUVELLE ESPÈCE DE L'AFRIQUE TROPICALE (*SOLANUM DUCHARTREI*) (avec une planche), par **M. E. Heckel**. 49

II. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES MODIFICATIONS DES FEUILLES CHEZ LES PLANTES MARITIMES (avec planches et une figure dans le texte), par **M. Pierre Lesage**. 55

III. — RECHERCHES SUR LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES (avec planches et figures dans le texte) (suite), par **M. Léon Flot**. 66

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES, PUBLIÉS EN 1888, ET POUR UNE PARTIE EN 1889 (fin). — III. PHÉOPHYCÉES (suite). — IV. CHLOROPHYCÉES. — V. PHYCOCHROMOPHYCÉES. — VI. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE (avec figures dans le texte), par **M. Ch. Flahault**. 78

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 2. — *Solanum Duchartrei.*

PLANCHE 3. — *Vigne (région caulinaire et région tigellaire).*

PLANCHE 4. — *Bignonia; Châtaignier.*

Cette livraison renferme en outre 12 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52, **Paris.**

A. MASCLEF

ATLAS

DES

PLANTES DE FRANCE

UTILES, NUISIBLES ET ORNEMENTALES

400 Planches coloriées

AVEC 3000 FIGURES DE DÉTAIL, REPRÉSENTANT 500 PLANTES COMMUNES

ET UN TEXTE EXPLICATIF DE LEURS PROPRIÉTÉS & USAGES

EN MÉDECINE, AGRICULTURE, HORTICULTURE,
DANS L'INDUSTRIE, L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE, ETC.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston BONNIER et G. DE LAYENS.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les quinze jours, en envoyant à l'éditeur la somme de **50 francs**.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

2335-89 — CORBEIL. Imprimerie CRÉTÉ.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 mars 1890

N° 15

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 MARS 1890

Pages

I. — ÉTUDE SUR LA VÉGÉTATION DE LA VALLÉE D'AURE (HAUTES-PYRÉNÉES) (avec une carte), par **M. Gaston Bonnier** 97

II. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES MODIFICATIONS DES FEUILLES CHEZ LES PLANTES MARITIMES (avec planches et une figure dans le texte), (suite), par **M. Pierre Lesage** 106

III. — RECHERCHES SUR LA STRUCTURE COMPARÉE DE LA TIGE DES ARBRES (avec planches et figures dans le texte) (fin), par **M. Léon Flot** 122

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE FORESTIÈRE, PUBLIÉS EN 1888 ET 1889, par **M. E. Henry** ... 137

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 5. — *Eucalyptus globulus.*
PLANCHE 6. — *Melèze; Paulownia.*
PLANCHE 7. — *Feuilles des plantes maritimes* (*Thesium, Eryngium, Aster*).

Cette livraison renferme en outre 4 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

DEFLERS (A.). **Voyage au Yemen.** Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix................. 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). **Index generum phanerogamorum** usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). **Plantæ Delavayanæ.** Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

*** *Les livraisons 1, 2 sont en vente ; les livraisons 3, 4 paraîtront vers janvier 1890.*

MASCLEF (A.). **Atlas des plantes de France**, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de *luxe pour conserver le texte et les planches.*

Après achèvement de l'*ouvrage, le prix en sera augmenté.*

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. *Histoire*, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les *maladies des végétaux et des animaux*, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix........... 6 fr.

2333-89. — Corbeil. Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 avril 1890

N° 16

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1890

Pages.

I. — ÉTUDE SUR LA VÉGÉTATION DE LA VALLÉE D'AURE (HAUTES-PYRÉNÉES) (avec une carte) (suite), par **M. Gaston Bonnier**.............................. 145

II. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CONIFÈRES (avec planches et figures dans le texte), INTRODUCTION ET HISTORIQUE, par **M. Aug. Daguillon**. 154

III. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES MODIFICATIONS DES FEUILLES CHEZ LES PLANTES MARITIMES (avec planches et une figure dans le texte), (fin), par **M. Pierre Lesage**.................... 163

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, PUBLIÉS EN 1888 OU DANS LE COURS DES ANNÉES PRÉCÉDENTES (avec planches et figures dans le texte), par **M. le Marquis de Saporta**................ 176

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 8. — *Feuilles de plantes cultivées dans des terres salées.*
PLANCHE 9. — *Feuilles de plantes cultivées dans des terres salées.*

Cette livraison renferme en outre 3 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52, **Paris.**

DEFLERS (A.). **Voyage au Yemen.** Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix................ 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). **Index generum phanerogamorum** usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). **Plantæ Delavayanæ.** Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

*** Les livraisons 1, 2, 3 et 4 sont en vente.

MASCLEF (A.). **Atlas des plantes de France**, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix .... 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 mai 1890

N° 17

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 MAI 1890

Pages.

I. — RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'ANATOMIE DES CLADODES DU PETIT-HOUX (avec figures dans le texte), par **M. William Russell**.................. 193

II. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CONIFÈRES (avec planches et figures dans le texte), (suite), par **M. Aug. Daguillon**.................. 201

III. — ÉTUDE SUR LA VÉGÉTATION DE LA VALLÉE D'AURE (HAUTES-PYRÉNÉES) (avec une carte) (suite), par **M. Gaston Bonnier**............................ 217

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, PUBLIÉS EN 1888 OU DANS LE COURS DES ANNÉES PRÉCÉDENTES (avec planches et figures dans le texte), (fin), par **M. le Marquis de Saporta**.......... 225

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 11. — *Fougères fossiles.*
PLANCHE 12. — *Fougères fossiles.*
PLANCHE 13. — *Dicotylédones et fougères fossiles.*
PLANCHE 14. — *Litobrochia cantalensis.*

Cette livraison renferme en outre 26 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52, **Paris.**

DEFLERS (A.). Voyage au Yemen. Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix.................. 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). Plantæ Delavayanæ. Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

⁂ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix............ 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 juin 1890

N° 18

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JUIN 1890

Pages.

I. — ÉTUDE SUR LA VÉGÉTATION DE LA VALLÉE D'AURE (HAUTES-PYRÉNÉES) (avec une carte) (fin), par **M. Gaston Bonnier**.......................... 241

II. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CONIFÈRES (avec planches et figures dans le texte), (suite), par **M. Aug. Daguillon**................ 245

III. — OBSERVATIONS SUR LES BERBÉRIDÉES, NYMPHÉACÉES, PAPAVÉRACÉES ET FUMARIACÉES DE LA FLORE DE FRANCE (avec figures dans le texte), par **M. Gaston Bonnier**.. 276

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, PUBLIÉS DE JUILLET 1889 A AVRIL 1890 (avec figure dans le texte), par **M. Henri Jumelle**. 280

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 10. — *Carte botanique de la Vallée d'Aure* (planche en couleur).

Cette livraison renferme en outre 20 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52, Paris.

DEFLERS (A.). **Voyage au Yemen.** Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix................ 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). **Index generum phanerogamorum** usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). **Plantæ Delavayanæ.** Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

⁂ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). **Atlas des plantes de France**, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix .... 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 juillet 1890

N° 19

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1890

Pages.

I. — LE LABORATOIRE DE BIOLOGIE VÉGÉTALE DE FONTAINEBLEAU. Notice par **M. Henri Jumelle** 289

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LA STRUCTURE DE L'HYBRIDE ENTRE L'*ÆSCULUS RUBICUNDA* ET LE *PAVIA FLAVA* (avec figures dans le texte), par **M. Marcel Brandza** 301

III. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CONIFÈRES (avec planches et figures dans le texte) (suite), par **M. Aug. Daguillon** 307

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, PARUS DE JUILLET 1889 A AVRIL 1890 (avec figure dans le texte) (suite), par **M. Henri Jumelle**. 321

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 15. — *Abies pectinata* et *Abies bracteata*.
PLANCHE 16. — *Abies bracteata* et *Picea excelsa*.
PLANCHE 17. — *Pinus Strobus*, *Pinus maritima* et *Pinus silvestris*.

Cette livraison renferme en outre 25 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie Paul KLINCKSIECK, rue des Écoles, 52,

DEFLERS (A.). Voyage au Yemen. Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix .... 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix .... 25 fr.

FRANCHET (A.). Plantæ Delavayanæ. Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

⁂ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix .... 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix .... 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 août 1890

N° 20

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 AOUT 1890

Pages.

I. — SUR LE SOMMEIL DES FEUILLES, par **M. Leclerc du Sablon** 337

II. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'APPAREIL SÉCRÉTEUR DES PAPILIONACÉES, par **M. William Russell** 341

III. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES SUR LES FEUILLES DES CONIFÈRES (avec planches et figures dans le texte) (fin), par **M. Aug. Daguillon** 345

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, (fin), par **M. Henri Jumelle** 359

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 18. — *Cedrus deodara* et *Cedrus Libani*.

Cette livraison renferme en outre 7 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie Paul KLINCKSIECK, rue des Écoles, 52,

DEFLERS (A.). Voyage au Yemen. Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix................ 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). Plantæ Delavayanæ. Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

⁂ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix........... 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 septembre 1890

Mo. Bot. Garden.

N° 21

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1890

Pages.

I. — SUR LA RÉPARTITION DES ACIDES ORGANIQUES CHEZ LES PLANTES GRASSES (avec figures dans le texte), par **M. E. Aubert**.................................... 369

II. — NOTE SUR UN NOUVEAU PARASITE DANGEREUX DE LA VIGNE (*UREDO VIALÆ*, sp. nov.), (avec une planche), par **M. de Lagerheim**........................... 385

III. — LE TANNIN DANS LES COMPOSÉES, par **M. Lucien Daniel**... 391

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, PUBLIÉS EN 1889, par **M. l'abbé Hue**.................................... 404

V. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890, par **M. Leclerc du Sablon**........................... 412

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 19. — *Uredo Vialæ*.

Cette livraison renferme en outre 5 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 octobre 1890

MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

N° 22

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1890

Pages.

I. — INFLUENCE DES ANESTHÉSIQUES SUR LA TRANSPIRATION DES PLANTES (avec une planche), par **M. Henri Jumelle** 417

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES HYBRIDES (avec figures dans le texte), par **M. Marcel Brandza** 433

III. — OBSERVATIONS SUR LES NYMPHÉACÉES ET LES PAPAVÉRACÉES DE LA FLORE DE FRANCE (avec figures dans le texte), par **M. Gaston Bonnier** 446

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890 (avec figures dans le texte) (*suite*), par **M. Leclerc du Sablon** 456

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 24. — *Appareils pour étudier l'influence des anesthésiques sur la transpiration.*

Cette livraison renferme en outre 33 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 novembre 1890

N° 23

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1890

Pages.

I. — LES BAMBUSÉES A ÉTAMINES MONADELPHES (avec une planche), par **M. A. Franchet**........................ 465

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES HYBRIDES (avec figures dans le texte), (*fin*) par **M. Marcel Brandza**. 471

III. — ÉTUDES DES FOLIOLES ANORMALES DU *VICIA SEPIUM* (avec figures dans le texte), par **M. William Russell**. 481

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, PARUS EN 1889 ET AU COMMENCEMENT DE 1890 (avec figures dans le texte) (*fin*), par **M. Leclerc du Sablon**.. 491

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS, PARUS EN 1889 (avec figures dans le texte), par **M. Léon Boutroux**.................... 497

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 25. — *Atractocarpa olyræfolia.*

Cette livraison renferme en outre 39 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DEUXIÈME

Livraison du 15 décembre 1890

N° 24

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la Revue, on est prié de vouloir bien de suite renouveler son abonnement pour 1891, en envoyant à l'éditeur la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger). A défaut d'un avis, l'éditeur fera présenter une quittance par la poste le 10 janvier 1891.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1890

Pages.

I. — CULTURES EXPÉRIMENTALES DANS LES ALPES ET LES PYRÉNÉES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Gaston Bonnier** 513

II. — NOTE SUR LA PRÉPARATION DES GRAINS D'ALEURONE, par **M. V. A. Poulsen** 547

III. — OBSERVATIONS SUR LES FUMARIACÉES DE LA FLORE DE FRANCE, par **M. Gaston Bonnier** 549

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA CLASSIFICATION ET LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES PLANTES VASCULAIRES DE LA FRANCE publiés en 1888 et 1889, par **M. A. Masclef** 555

V. — TABLES DU VOLUME de 1890 565

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON :

PLANCHE 20. — *Cultures comparées : Solidago Virga-aurea, Lotus corniculatus, Galium Cruciata.*

PLANCHE 21. — *Cultures comparées : Achillea Millefolium, Teucrium Scorodonia.*

PLANCHE 22. — *Cultures comparées : Poterium Sanguisorba, Carduus defloratus, Buplevrum falcatum.*

PLANCHE 23. — *Cultures comparées : Gnaphalium silvaticum, Urtica dioica, Galium verum.*

Cette livraison renferme en outre 12 gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

Revue générale de Botanique paraît régu-
ment le 15 de chaque mois et chaque livraison est
posée de 32 à 48 pages, avec planches et figures
ns le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris.

VIENT DE PARAITRE

PLANTÆ EUROPEÆ

ENUMERATIO SYSTEMATICA ET SYNONYMICA PLANTARUM PHANEROGAMICARUM IN EUROPA SPONTE CRESCENTIUM VEL MERE INQUILINARUM

AUTORE

Dr K. RICHTER

VINDOBONENSAE

TOMUS I

Un volume gr. in-8 de 378 pages. Prix.............. **12 fr. 50**

Franco en province ou à l'étranger...... **13 fr.**

Cet ouvrage formera 4 volumes de même étendue et de même prix que le premier, et sera achevé dans 4 ans environ.

Il donne la nomenclature, avec la synonymie, de toutes les espèces de phanérogames d'Europe décrites depuis la première édition du *Species plantarum* de *Linné* (1753), à l'exclusion de celles créées par Gandoger.

A côté de chaque espèce et des synonymes on trouve l'indication précise des titres, tome, page et date de l'ouvrage contenant la première description. La distribution géographique est indiquée au-dessous de chaque espèce.

Chaque volume est terminé par une table alphabétique des espèces et synonymes ; elle forme à elle seule 90 pages dans le tome premier. Celui-ci embrasse les Gymnospermes et les Monocotylédones ; il énumère 259 genres, 1839 espèces dont 52 douteuses, 122 hybrides, et 840 sous-espèces.

Les PLANTÆ EUROPEÆ de RICHTER remplaceront avantageusement le *Nomenclator* de *Steudel* dont la deuxième édition remonte à 1841, ainsi que le *Conspectus* de *Nyman*, à peine achevé et déjà épuisé.

La disposition typographique adoptée en fait un livre clair et facile à consulter ; les renseignements bibliographiques très détaillés qu'il donne épargneront bien du temps et des recherches aux travailleurs.

Corbeil. — Imprimerie Crété.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Librairie PAUL KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris.

EN DISTRIBUTION

CATALOGUE N° 25

LIVRES DE BOTANIQUE

PROVENANT EN MAJEURE PARTIE

Des bibliothèques de feu MM. Duval-Jouve, Malbranche, Puel, etc.

4.625 N°s CLASSÉS EN 15 DIVISIONS

EN VENTE

TRAITÉ

DES

ARBRES & ARBRISSEAUX

FORESTIERS, INDUSTRIELS ET D'ORNEMENT

CULTIVÉS OU EXPLOITÉS EN EUROPE ET PLUS PARTICULIÈREMENT EN FRANCE

DONNANT LA DESCRIPTION ET L'UTILISATION D'ENVIRON 2.800 ESPÈCES

Par P. MOUILLEFERT

PROFESSEUR DE SYLVICULTURE A L'ÉCOLE NATIONALE D'AGRICLUTURE DE GRIGNON

LIVRAISON 1

Pour plus de détail voir le prospectus ci-inclus, accompagné d'une planche spécimen

VENTE AUX ENCHERES

DE LA

BIBLIOTHÈQUE BOTANIQUE

DE FEU LE Dr RIPART

Les 8, 9 et 10 décembre 1890, à la salle Sylvestre, 28 rue des Bons-Enfants, à Paris

Le Catalogue sera envoyé gratis sur demande par M. Delestre, commissaire-priseur, 27, rue Drouot, où M. Deyrolle, naturaliste-expert, 46, rue du Bac, tous deux chargés de la vente.

Cette importante bibliothèque, riche surtout en Cryptogamie, contient aussi de bons ouvrages de médecine, 3 microscopes, des instruments de chirurgie, etc.

Corbeil. — Imprimerie Crété.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52.

DEFLERS (A.). Voyage au Yemen. Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix.................. 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). Plantæ Delavayanæ. Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

⁂ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix .... 6 fr.

Corbeil. Imprimerie Crété

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît régulièrement le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 7, rue Amyot, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

En vente à la Librairie **Paul KLINCKSIECK**, rue des Écoles, 52,

DEFLERS (A.). Voyage au Yemen. Journal d'une excursion botanique faite en 1887 dans les montagnes de l'Arabie Heureuse. Suivi du catalogue des plantes recueillies, d'une liste des principales espèces cultivées avec leurs noms arabes, et de nombreuses déterminations barométriques d'altitudes. Un volume grand in-8 de 246 pages, avec 6 planches lithographiées. Prix.................. 12 fr.

— La partie botanique seule, avec 6 planches, interfoliée de papier blanc. Prix. 8 fr.

DURAND (Th.). Index generum phanerogamorum usque ad finem anni 1887 promulgatorum in Benthami et Hokeri « Genera plantarum » fundatus, cum numero specierum, synonymis et area geographica. Un volume grand in-8 de 722 pages. Prix.. 25 fr.

FRANCHET (A.). Plantæ Delavayanæ. Plantes de Chine, recueillies au Yun-Nan par l'abbé Delavay.

Cet ouvrage, comprenant les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, formera 2 volumes in-8 de texte, d'environ 800 pages chacun, et un atlas de 300 planches noires, dessinées par d'Apreval, et plusieurs cartes de la région explorée.

Le prix est de 200 francs pour les souscripteurs et sera porté à 250 francs, lorsque l'ouvrage sera achevé.

La publication se fera en 20 livraisons de 80 pages de texte avec 15 planches, au prix de 10 francs.

∴ Les livraisons 1, 2 et 3 sont en vente.

MASCLEF (A.). Atlas des plantes de France, utiles, nuisibles et ornementales. 400 planches coloriées avec 3000 figures de détail représentant 500 plantes communes et un texte explicatif de leurs propriétés et usages en médecine, agriculture, horticulture, dans l'industrie, l'économie domestique, etc.

Ouvrage spécialement rédigé pour servir de complément à la *Nouvelle Flore* de MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Cet ouvrage sera publié en 40 livraisons de 8 pages de texte et 10 planches ; une 41e livraison contiendra les tables.

Prix de chaque livraison prise séparément : 1 fr. 25.

On peut souscrire à l'ouvrage complet, dont il sera expédié un fascicule tous les 15 jours, en envoyant à l'éditeur la somme de 50 francs.

Les souscripteurs recevront gratuitement les tables et trois cartonnages de luxe pour conserver le texte et les planches.

Après achèvement de l'ouvrage, le prix en sera augmenté.

MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DES CHAMPIGNONS. Vol. I, II.

Les Hyménomycètes d'Europe. Anatomie générale et classification des champignons supérieurs, par N. Patouillard. 1 vol. in-8 de 166 pages, avec 4 planches. Prix.. 6 fr.

Les Mucédinées simples. Histoire, classification, culture et rôle des champignons inférieurs dans les maladies des végétaux et des animaux, par J. Costantin. 1 vol. in-8 de 210 pages, avec 190 figures dans le texte. Prix .... 6 fr.

2335-89. — Corbeil. Imprimerie Crété